



TUGAS AKHIR - RG 141536

**ANALISIS PERUBAHAN KERAPATAN
EKOSISTEM MANGROVE MENGGUNAKAN
ALGORITMA INDEKS VEGETASI NDVI DAN SAVI
CITRA SATELIT MULTITEMPORAL
(Studi Kasus: Pesisir Utara Surabaya)**

**YURIKE NISA ARINDI
NRP 03311440000002**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS**

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**



TUGAS AKHIR - RG 141536

**ANALISIS PERUBAHAN KERAPATAN
EKOSISTEM MANGROVE MENGGUNAKAN
ALGORITMA INDEKS VEGETASI NDVI DAN
SAVI CITRA SATELIT MULTITEMPORAL
(Studi Kasus: Pesisir Utara Surabaya)**

**YURIKE NISA ARINDI
NRP 03311440000002**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS**

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL ASSIGNMENT - RG 141536

**ANALYSIS OF MANGROVE ECOSYSTEM
DENSITY CHANGES USING NDVI AND SAVI OF
VEGETATION INDEX ALGORITHM ON
MULTITEMPORAL SATELLITE IMAGERY (CASE
STUDY: NORTH COASTAL OF SURABAYA)**

**YURIKE NISA ARINDI
NRP 03311440000002**

**Supervisor
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS**

**DEPARTMENT OF GEOMATICS ENGINEERING
Faculty of Civil, Environmental and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**ANALISIS PERUBAHAN KERAPATAN EKOSISTEM
MANGROVE MENGGUNAKAN ALGORITMA INDEKS
VEGETASI NDVI DAN SAVI CITRA SATELIT
MULTITEMPORAL (STUDI KASUS: PESISIR UTARA
SURABAYA)**

Nama Mahasiswa : Yurike Nisa Arindi
NRP : 03311440000002
Departemen : Teknik Geomatika FTLSK – ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo,
DEA.,DESS

ABSTRAK

Adanya dinamika lingkungan di wilayah Pesisir Utara Surabaya menyebabkan adanya perubahan di sekitar wilayah pesisir. Salah satu ekosistem yang dapat terganggu akibat adanya perubahan tersebut adalah ekosistem mangrove. Adanya perubahan lingkungan di wilayah pesisir dapat menyebabkan perubahan kerapatan mangrove. Mangrove memiliki banyak manfaat bagi kelangsungan hidup makhluk hidup. Ekosistem mangrove merupakan salah satu obyek yang dapat diidentifikasi menggunakan teknologi penginderaan jauh yakni memanfaatkan citra satelit.

Data citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra Landsat 8 multitemporal tahun 2015, 2016, 2017 dan 2018. Sedangkan metode algoritma indeks vegetasi yang digunakan adalah NDVI dan SAVI untuk mengetahui tingkat kerapatan mangrove. Hasil klasifikasi indeks vegetasi tersebut, selanjutnya akan diuji akurasi menggunakan data kerapatan tajuk pada 34 titik sampel di lapangan. Uji klasifikasi algoritma NDVI menghasilkan nilai *Overall Accuracy* sebesar 94,12%. Sedangkan *Overall Accuracy* yang dihasilkan SAVI sebesar 88,24%.

Sehingga hasil kedua klasifikasi dapat digunakan untuk proses selanjutnya.

Berdasarkan hasil pengolahan indeks vegetasi, persebaran serta luas hasil klasifikasi tiap transformasi indeks vegetasi menunjukkan hasil yang bervariasi. Luas ekosistem mangrove selama tahun 2015-2018 terus mengalami penurunan. Luas mangrove berdasarkan NDVI tahun 2015-2018 sebesar 184,77, 184,59, 184,14 dan 183,60 hektar dan SAVI sebesar 184,41, 184,14, 183,51 dan 182,97 hektar. Total perubahan luas mangrove selama tahun 2015-2018 berdasarkan algoritma NDVI sebesar 1,17 hektar dan SAVI sebesar 1,44 hektar. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa korelasi (R) antara NDVI dengan kerapatan jenis menghasilkan nilai korelasi yang lebih baik yakni 0,80 dibandingkan SAVI yang berkorelasi sebesar 0,78. Selain itu, hasil perhitungan korelasi indeks vegetasi dengan sampel parameter air di lapangan menunjukkan bahwa sampel salinitas memiliki korelasi (R) sangat baik terhadap nilai NDVI sebesar 0,90 (stasiun Tambak Wedi) dan terhadap SAVI sebesar 0,97 (stasiun Tambak Wedi). Sedangkan untuk korelasi antara NDVI dengan pH berkorelasi (R) negatif yakni sebesar -0,48 (stasiun Tambak Wedi) dan korelasi dengan SAVI sebesar -0,47 (stasiun Romokalisari). Sehingga indeks vegetasi NDVI merupakan salah satu indeks vegetasi yang memiliki hubungan paling besar dengan sampel parameter lapangan.

Kata Kunci – Kerapatan, Mangrove, NDVI, SAVI.

**ANALYSIS OF MANGROVE ECOSYSTEM DENSITY
CHANGES USING NDVI AND SAVI OF VEGETATION
INDEX ALGORITHM ON MULTITEMPORAL
SATELLITE IMAGERY (CASE STUDY: NORTH
COASTAL OF SURABAYA)**

Name : Yurike Nisa Arindi
NRP : 03311440000002
Departement : Geomatics Engineering FTLSK – ITS
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo,
DEA.,DESS

ABSTRACT

The existence of environmental dynamics in the North Coast of Surabaya caused the changes in coastal areas. One of the ecosystems that can be disrupted by the changes was mangrove ecosystem. The existence of environmental changes in coastal areas can cause the changes in mangrove density. Mangrove have many benefits for the survival of living things. The mangrove ecosystem is one of the objects that can be identified using remote sensing technology which used satellite imagery.

Sattelite imagery data was used in this research are multitemporal of Landsat 8 imagery during 2015, 2016, 2017 and 2018. While the vegetation index algorithm was used are NDVI and SAVI. Vegetation index aims to determine of mangrove density, especially in the North Coast of Surabaya. The results of the vegetation index classification, will be tested by using canopy density data at 34 sample points in the field. NDVI algorithm classification test resulted in overall accuracy value was 94.12%. While the overall accuracy produced of SAVI was 88.24%. So the results of both classifications can be used for the next process.

Based on the results of the vegetation index processing, the spread and the result of the classification of each vegetation

transformation index showed varying results. It was caused by the differences vegetation index that was used. The area of mangrove ecosystems during 2015-2018 was decrease continously. The mangrove area based on NDVI year 2015-2018 are 184.77, 184.59, 184.14 and 183.60 hectares and SAVI at 184.41, 184.14, 183.51 and 182.97 hectares. The total change of mangrove area during 2015-2018 based on NDVI algorithm of 1.17 hectares and SAVI of 1.44 hectares. In addition, the results showed that the correlation (R) between NDVI with the density of the desnsity types had better correlation value that was 0.80 compared to SAVI which correlates 0.78. In addition, the result of correlation calculation of vegetation index with water parameter samples in the field showed that salinity samples have a very good correlation (R) to NDVI value of 0.90 (Tambak Wedi station) and SAVI of 0.97 (Tambak Wedi station). As for the correlation between NDVI degan pH correlated (R) negative of -0.48 (Tambak Wedi station) and SAVI of -0.47 (Romokalisari station). So the vegetation index NDVI is one of the vegetation index that has the greatest relationship with the sample of field parameters.

Kata Kunci –Density, Mangrove, NDVI, SAVI.

**ANALISIS PERUBAHAN KERAPATAN EKOSISTEM
MANGROVE MENGGUNAKAN ALGORITMA INDEKS
VEGETASI NDVI DAN SAVI CITRA SATELIT
MULTITEMPORAL (STUDI KASUS: PESISIR UTARA
SURABAYA)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

YURIKE NISA ARINDI
NRP. 03311440000002

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Prof.Dr.Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA, DESS
NIP.1953 0527 1983 03 1001



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Segala puji kepada Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul **“Analisis Perubahan Kerapatan Ekosistem Mangrove Menggunakan Algoritma Indeks Vegetasi NDVI dan SAVI Citra Satelit Multitemporal (Studi Kasus: Pesisir Utara Surabaya)”** dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Penelitian tugas akhir ini tidak akan dapat terwujud tanpa dukungan, bantuan serta masukan dari berbagai pihak yang telah terlibat. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis: Mama dan Ayah, beserta keluarga yang selama pelaksanaan penelitian hingga pembuatan laporan tugas akhir ini selalu memberikan doa, motivasi dan Ridho-Nya pada penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, masukan serta sarannya.
3. Ibu Cherie Bhekti Pribadi, S.T., M.T., selaku dosen konsultasi yang memberikan waktu, bimbingan, motivasi serta sarannya yang sangat membangun.
4. Bapak M. Nur Cahyadi, S.T.,M.Sc.,Ph.D selaku Ketua Departemen Teknik Geomatika-ITS.
5. Sahabat serta teman-teman G16, HIMAGE-ITS.
6. Serta semua pihak yang telah membantu penulis.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dan kesalahan dalam penulisan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Penulis berharap agar laporan ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Terimakasih.

Surabaya, 6 Juni 2018

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Tugas Akhir	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Wilayah Pesisir	5
2.2 Hutan Mangrove	6
2.3 Zonasi Vegetasi Mangrove	9
2.4 Indeks Vegetasi.....	11
2.4.1 NDVI (<i>Normalized Different Vegetation Index</i>)	12
2.4.2 SAVI (<i>Soil Adjustment Vegetation Index</i>).....	13
2.5 Sampel Plot Acak	14
2.6 Kerapatan Jenis (Di)	15
2.7 Penginderaan Jauh	16
2.8 Landsat 8.....	18
2.9 Koreksi Geometrik.....	21
2.10 Koreksi Radiometrik.....	23
2.11 Klasifikasi Citra	24
2.12 Citra Foto Udara	25
2.13 Analisa Korelasi.....	26
2.14 Penelitian Terdahulu	28

BAB III METODOLOGI	31
3.1 Lokasi Penelitian.....	31
3.2 Alat dan Data	32
3.2.1 Data.....	32
3.2.2 Alat	32
3.3 Metodologi Penelitian.....	33
3.3.1 Tahapan Penelitian.....	33
3.3.2 Tahapan Pengolahan Data	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Data.....	45
4.2 Pemotongan Citra.....	46
4.3 Perhitungan Kekuatan Jaring (SoF)	46
4.4 Koreksi Geometrik.....	47
4.5 Koreksi Radiometrik.....	52
4.6 Perhitungan Indeks Vegetasi.....	55
4.6.1 NDVI	56
4.6.2 SAVI.....	57
4.7 Klasifikasi Citra	57
4.8 Uji Akurasi.....	66
4.9 Hubungan Korelasi Indeks Vegetasi Citra dengan <i>Spectral</i> <i>Ground</i>	67
4.10 Hubungan Korelasi Indeks Vegetasi dengan Kerapatan Jenis.....	69
4.11 Hubungan Korelasi Indeks Vegetasi dengan Sampel Air....	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA.....	81
LAMPIRAN	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sampel Plot.....	15
Gambar 2.2 Komponen Penginderaan Jauh (Kusumowidagdo et. al., 2007)	17
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian (Bappeko 2014).....	31
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian	34
Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan Data.....	38
Gambar 4.1 Metadata Citra Landsat 8 (Juni, 2015).....	45
Gambar 4.2 Metadata Citra Landsat 8 (Juli, 2016)	45
Gambar 4.3 Metada Citra Landsat 8 (Mei, 2017)	45
Gambar 4.4 Metada Citra Landsat 8 (Maret, 2018)	46
Gambar 4.5 Hasil Pemotongan Citra Landsat 8	46
Gambar 4.6 Desain Jaring citra Landsat 8.....	47
Gambar 4.7 Citra Landsat 8 tahun 2015 (a) Nilai Digital Number (b) Nilai Radian	52
Gambar 4.8 Nilai Reflektan Citra Landsat 8 tahun 2015	53
Gambar 4.9 Nilai Reflektan Citra Landsat 8 tahun 2018	54
Gambar 4.10 Nilai Reflektan Citra Landsat 8 tahun 2017	54
Gambar 4.11 Nilai Reflektan Citra Landsat 8 tahun 2016	55
Gambar 4.12 Nilai Reflektan Citra Landsat 8 tahun 2015	55
Gambar 4.13 Luas Kerapatan berdasarkan Algoritma NDVI	58
Gambar 4.14 Luas Kerapatan berdasarkan Algoritma SAVI.....	59
Gambar 4.15 Hasil Luas Total Kerapatan Berdasarkan Algoritma NDVI.....	60
Gambar 4.16 Hasil Luas Total Kerapatan Berdasarkan Algoritma SAVI	60
Gambar 4.17 Peta Kerapatan Mangrove Berdasarkan Algoritma NDVI tahun 2015	62
Gambar 4.18 Peta Kerapatan Mangrove Berdasarkan Algoritma NDVI tahun 2016.....	62
Gambar 4.19 Peta Kerapatan Mangrove Berdasarkan Algoritma NDVI tahun 2017	63
Gambar 4.20 Peta Kerapatan Mangrove Berdasarkan Algoritma NDVI tahun 2018.....	63

Gambar 4.21 Peta Kerapatan Mangrove Berdasarkan Algoritma SAVI tahun 2015.....	64
Gambar 4.22 Peta Kerapatan Mangrove Berdasarkan Algoritma SAVI tahun 2016.....	64
Gambar 4.23 Peta Kerapatan Mangrove Berdasarkan Algoritma SAVI tahun 2017.....	65
Gambar 4.24 Peta Kerapatan Mangrove Berdasarkan Algoritma SAVI tahun 2018.....	65
Gambar 4.25 Korelasi NDVI Citra Landsat 8 dengan NDVI Foto Udara	68
Gambar 4.26 Korelasi SAVI Citra Landsat 8 dengan SAVI Foto Udara	69
Gambar 4.27 Korelasi NDVI dengan Kerapatan Jenis	70
Gambar 4.28 Korelasi SAVI dengan Kerapatan Jenis.....	71
Gambar 4.29 Hubungan Korelasi NDVI dengan Salinitas (Tambak Wedi).....	75
Gambar 4.30 Hubungan Korelasi NDVI dengan Salinitas (Romokalisari).....	75
Gambar 4.31 Hubungan Korelasi NDVI dengan pH (Tambak Wedi).....	75
Gambar 4.32 Hubungan Korelasi NDVI dengan pH (Romokalisari).....	76
Gambar 4.33 Hubungan Korelasi SAVI dengan Salinitas (Tambak Wedi).....	77
Gambar 4.34 Hubungan Korelasi SAVI dengan Salinitas (Romokalisari).....	77
Gambar 4.35 Hubungan Korelasi SAVI dengan pH (Tambak Wedi).....	77
Gambar 4.36 Hubungan Korelasi SAVI dengan pH (Romokalisari).....	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kisaran Tingkat Kerapatan Indeks Vegetasi (Dept. Kehutanan, 2003)	13
Tabel 2.2 Kriteria Baku Kerusakan Mangrove (Kepmen LH No. 201/2004).....	16
Tabel 2.3 Spesifikasi Kanal Landsat 8 (NASA, 2013).....	19
Tabel 2.4 Landsat 8 OLI dan TIRS	20
Tabel 2.5 Spesifikasi Landsat 8 (Sitanggang, 2010)	21
Tabel 2.6 Spesifikasi Foto Udara (Ratnasari, 2017).....	26
Tabel 4.1 Tabel RMSE citra Landsat 8 tahun 2015.....	48
Tabel 4.2 Tabel RMSE citra Landsat 8 tahun 2016	49
Tabel 4.3 Tabel RMSE citra Landsat 8 tahun 2017	50
Tabel 4.4 Tabel RMSE citra Landsat 8 tahun 2018	51
Tabel 4.5 Nilai Parameter xa, xb dan xc citra Landsat 8.....	53
Tabel 4.6 Perhitungan Nilai NDVI Citra Landsat 8	56
Tabel 4.7 Perhitungan Nilai SAVI Citra Landsat 8.....	57
Tabel 4.8 Luas Kerapatan Mangrove berdasarkan Algoritma NDVI.....	58
Tabel 4.9 Luas Kerapatan Mangrove berdasarkan Algoritma SAVI.....	58
Tabel 4.10 Matriks Kesalahan berdasarkan Algoritma NDVI	66
Tabel 4.11 Matriks Kesalahan berdasarkan Algoritma SAVI.....	67
Tabel 4.12 Data NDVI Citra Landsat 8 dengan NDVI Foto Udara	68
Tabel 4.13 Data SAVI Citra Landsat 8 dengan SAVI Foto Udara	68
Tabel 4.14 Data Indeks Vegetasi dan Kerapatan Jenis Lapangan	70
Tabel 4.15 Data Sampel Salinitas sesuai Kriteria Baku Mutu Air Laut.....	72
Tabel 4.16 Data Sampel pH sesuai Kriteria Baku Mutu Air Laut	72
Tabel 4.17 Data Hasil Pengukuran Sampel Salinitas dan pH Air	73

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Strength of Figure (SoF)
- Lampiran 2. Peta Kerapatan Mangrove Berdasarkan Algoritma Indeks Vegetasi
- Lampiran 3. Metadata Citra Landsat 8

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dinamika lingkungan dapat menyebabkan perubahan ekosistem di wilayah pesisir. Perubahan yang terjadi dikawasan pesisir disebabkan karena adanya aktifitas manusia yang melakukan pembangunan ke arah pesisir. Pembangunan wilayah pesisir menyebabkan perubahan fungsi lahan menjadi kawasan pemukiman, industri maupun tambak, serta adanya penebangan pohon ilegal menyebabkan kerusakan ekosistem mangrove (Dahuri 2008). Mangrove merupakan salah satu jenis sumberdaya alam hutan dan obyek alami yang memiliki peranan penting bagi kawasan pesisir serta memiliki banyak manfaat bagi makhluk hidup. Adapun manfaat mangrove (WWF, 2015) antara lain mencegah erosi dan abrasi pantai, mencegah intrusi air laut, sebagai pencegah dan penyaring alami, tempat hidup dan sumber makanan bagi beberapa jenis satwa dan menstabilkan daerah pesisir. Ekosistem mangrove banyak terdapat di wilayah peralihan antara daratan dan lautan yang menyebabkan ekosistem tersebut rentan terhadap kerusakan maupun gangguan. Sehingga apabila ekosistem mangrove rusak maka akan mengganggu bahkan menghilangkan manfaat ekologis dan fisisnya.

Pesisir utara Surabaya merupakan salah satu kawasan ekosistem mangrove. Di kawasan pesisir utara ini, terdapat Teluk Lamong yang menjadi muara dari Kali Lamong. Daerah lahan basah ini memiliki keanekaragaman ekosistem mangrove. Seiring dengan perkembangan kota Surabaya, desakan pembangunan cenderung mengarah ke wilayah pesisir (Ratnasari 2017). Apabila peruntukan kawasan pantai tidak dipatuhi secara langsung juga bisa menjadi potensi ancaman bagi ekosistem mangrove (Hidayah dan Wiyanto 2013). Kondisi mangrove di wilayah pesisir utara kota

Surabaya terus mengalami degradasi dan memerlukan perhatian serius (Kusumaningrum 2013). Kondisi tersebut mengancam keberadaan ekosistem mangrove. Oleh sebab itu, perlu adanya *monitoring* kawasan ekosistem mangrove untuk mengetahui kerapatan dari ekosistem mangrove di kawasan pesisir tersebut dari tahun ke tahun.

Teknologi penginderaan jauh dapat digunakan untuk inventarisasi dan *monitoring* ekosistem mangrove yang luas, dengan biaya operasional yang relatif murah dan cepat, serta minim akan resiko (Arhatin 2007). Penelitian terdahulu terkait pemetaan kerapatan hutan mangrove menggunakan teknologi penginderaan jauh telah dilakukan oleh Kartikasari (2015) yang memetakan mangrove di Estuari Perancak, Bali. Kartikasari (2015) menggunakan metode NDVI pada citra Landsat 8. Faizal (2005) yang memprediksi kerapatan mangrove di Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan dengan menggunakan metode NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), GI (*Green Index*) dan WI (*Wetness Index*). Selain itu terdapat penelitian oleh Prameswari (2014) mengenai indeks vegetasi mangrove menggunakan metode NDVI, EVI-2 dan SAVI. Algoritma indeks vegetasi dapat mencerminkan kesehatan dari ekosistem mangrove. Berdasarkan penelitian yang sudah ada tersebut, metode NDVI memberikan transformasi paling efektif yang digunakan untuk monitoring kerapatan hutan mangrove dibandingkan metode GI dan WI lainnya (Faizal dan Amran 2005). NDVI memiliki kelebihan pada kanal yang digunakan yakni dengan menggunakan kanal *Near-Infrared* (NIR) dan *Red*. NDVI merupakan algoritma indeks vegetasi yang paling sering digunakan (Ray 1995). Algoritma ini memanfaatkan fenomena fisik pantulan cahaya yang berasal dari dedaunan (Sudiana 2008). Sejumlah algoritma penurunan dan alternatif NDVI telah diusulkan oleh sejumlah peneliti untuk menyempurnakan berbagai

kekurangan parameter ini, salah satunya algoritma SAVI (Sudiana, 2008).

SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index*) merupakan model algoritma indeks vegetasi yang juga dapat digunakan untuk *monitoring* ekosistem mangrove. Indeks vegetasi ini mirip NDVI, tetapi lebih menekankan efek piksel tanah. Hal tersebut disebabkan karena metode algoritma NDVI yang sering digunakan dalam *monitoring*, masih memiliki kekurangan pada parameternya. Dengan adanya kelebihan dari algoritma SAVI yang lebih menekankan efek piksel tanah (L), maka diharapkan akan didapat hasil perbandingan indeks vegetasi yang lebih baik. Selain itu, SAVI juga dapat digunakan untuk menghitung perubahan kerapatan ekosistem hutan mangrove.

Sehingga dalam penelitian ini akan dilakukan pengkajian tentang perubahan kerapatan ekosistem mangrove menggunakan algoritma indeks vegetasi NDVI dan SAVI. Indeks vegetasi ini akan diterapkan pada citra resolusi menengah Landsat 8 tahun 2015-2018. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui korelasi antara indeks vegetasi dengan data lapangan. Sehingga akan didapatkan indeks vegetasi yang sesuai untuk perhitungan kerapatan ekosistem mangrove.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut ini :

- a. Bagaimana menentukan perubahan luas kerapatan ekosistem mangrove menggunakan citra satelit multitemporal Landsat 8?
- b. Bagaimana perbandingan dari kedua algoritma indeks vegetasi yang paling sesuai untuk penentuan kerapatan ekosistem mangrove menggunakan citra satelit multitemporal Landsat 8?

- c. Bagaimana hubungan korelasi antara indeks vegetasi dengan sampel parameter?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini antara lain sebagai berikut :

- a. Daerah studi penelitian dikawasan ekosistem mangrove Pesisir Utara Surabaya.
- b. Data citra yang digunakan adalah data Landsat 8 pada bulan Januari-Juli tahun 2015-2018 dengan menggunakan komposit band 564.
- c. Penentuan kerapatan ekosistem mangrove menggunakan algoritma NDVI dan SAVI.
- d. Sampel parameter yang diambil yakni salinitas, pH dan kerapatan.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Berikut adalah tujuan dari penulisan tugas akhir ini antara lain:

- a. Menentukan luas kerapatan ekosistem mangrove menggunakan citra satelit multitemporal Landsat 8.
- b. Menganalisis metode indeks vegetasi yang sesuai untuk perhitungan kerapatan ekosistem mangrove pada citra Landsat 8.
- c. Melakukan uji korelasi antara indeks vegetasi dengan sampel parameter.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Wilayah Pesisir

Menurut Undang-Undang No. 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Pasal 1 ayat 1, perairan pesisir merupakan suatu wilayah laut yang berbatasan dengan daratan meliputi perairan sejauh 12 mil diukur dari garis pantai, perairan yang menghubungkan pantai dan pulau-pulau, estuari, teluk, perairan dangkal, rawa payau, serta laguna. Wilayah pesisir merupakan batas antara wilayah darat dan lautan yang dapat dipengaruhi oleh kegiatan atau aktivitas manusia serta penggunaan lahan yang juga dapat mempengaruhi proses dan fungsi dari kelautan. Menurut kesepakatan terakhir internasional (Dahuri, 2001), pengertian dari wilayah pesisir yakni wilayah peralihan antara laut dan daratan, ke arah darat mencakup daerah yang masih terkena pengaruh percikan air laut atau pasang surut, dan ke arah laut meliputi daerah paparan benua (*continental shelf*).

Wilayah pesisir merupakan ekosistem transisi yang dipengaruhi daratan dan lautan, yang mencakup beberapa ekosistem, salah satunya ialah ekosistem hutan mangrove (Bengen 2001). Ekosistem mangrove dapat tumbuh didaerah pantai-pantai yang terlindung dari aktivitas gelombang besar dan arus pasang surut air laut dan tumbuh optimal di wilayah pantai yang memiliki muara sungai besar serta estuari dan delta yang aliran airnya banyak mengandung lumpur (Dahuri *et al* 1996). Menurut Bengen (2004), ekosistem pesisir memiliki empat fungsi pokok bagi kehidupan manusia antara lain sebagai penyedia sumber daya alam, penerima limbah, penyedia jasa pendukung kehidupan dan penyedia jasa kenyamanan. Akan tetapi, berbagai macam aktivitas manusia, baik di daratan maupun lautan mendorong terjadinya perubahan lingkungan wilayah pesisir. Adanya

perubahan bentang alam daratan akan berdampak negatif pada wilayah pesisir. Dampak tersebut dapat berupa pencemaran, erosi dan perubahan aliran air tawar yang terjadi di ekosistem daratan pada akhirnya akan berdampak terhadap ekosistem pesisir.

2.2 Hutan Mangrove

Menurut Buku Informasi dan Potensi Mangrove Taman Nasional Alas Purwo (Sulastini, 2011) mangrove mempunyai dua arti, pertama sebagai komunitas, yaitu komunitas atau masyarakat tumbuhan atau hutan yang tahan terhadap kadar garam/salinitas dan kedua sebagai individu spesies. Mangrove merupakan vegetasi hutan yang tumbuh diantara garis pasang dan surut, tetapi dapat juga tumbuh pada pantai karang, dataran koral mati yang di atasnya ditimbuni selapis tipis pasir atau ditimbuni lumpur (Darsidi 1986). Hutan mangrove (Noor *et.al.*, 1999) tumbuh ditempat yang berlumpur dan memiliki akumulasi bahan organik, baik di teluk yang terlindung dari gempuran ombak, maupun sekitar muara sungai dimana air melambat dan mengendapkan lumpur yang dibawa dari hulu sungai. Sedangkan untuk definisi dari kerapatan mangrove merujuk pada jumlah serta ukuran tegakan mangrove yang berada pada suatu daerah tertentu. Kerapatan tersebut dapat dipengaruhi oleh kemampuan kompetisi dan adaptasi suatu tanaman terhadap lingkungannya. Kerapatan tanaman sangat erat hubungannya dengan persaingan antar individu tanaman dalam mendapatkan sinar matahari, unsur hara, dan air untuk keperluan pertumbuhan tanaman.

Hutan mangrove memiliki berbagai macam manfaat bagi kehidupan makhluk hidup. Adapun manfaat dari adanya hutan mangrove menurut WWF (2015) antara lain mencegah erosi dan abrasi pantai, mencegah intrusi air laut, sebagai pencegah dan penyaring alami, tempat hidup dan sumber

makanan bagi beberapa jenis satwa serta berperan dalam pembentukan pulau dan menstabilkan daerah pesisir.

Karakteristik dari hutan mangrove (Bengen, 2000) yakni:

- a. Tumbuh di daerah intertidal yang jenis tanahnya berlumpur, berlempung atau berpasir.
- b. Mendapatkan pasokan air tawar yang cukup dari darat.
- c. Terlindung dari gelombang besar dan arus pasang surut yang kuat. Air bersalinitas payau (2-22 permil) hingga asin (mencapai 38 permil).

Ada beberapa faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi keanekaragaman, distribusi, dan peranan secara ekologis dari fauna dalam ekosistem hutan mangrove. Menurut Susetiono (2005), kadar garam, lama periode penggenangan serta suhu pada permukaan hutan mangrove menjadi faktor pembatas utama bagi penyebaran fauna yang hidup di dalamnya. Berikut adalah beberapa parameter dari faktor lingkungan yang juga dapat mempengaruhi kesehatan dan kerapatan ekosistem mangrove antara lain:

a. Salinitas

Menurut Aksornkoe (1993), salinitas merupakan faktor lingkungan yang sangat menentukan perkembangan hutan mangrove, terutama bagi laju pertumbuhan, daya tahan dan zonasi spesies mangrove. Salinitas air tanah dipengaruhi oleh sejumlah faktor, seperti pasang surut, topografi, curah hujan, masukan air tawar dan sungai, *run-off* daratan dan evaporasi. Mangrove mendiami daerah pantai dengan kisaran salinitas yang besar. Mangrove memiliki akar yang mampu mendukung hidup mangrove untuk beradaptasi di daerah berlumpur dan lingkungan air dengan salinitas payau sebesar 2-22/mil hingga asin mencapai 38/mil (Susiana 2011). Menurut Keputusan Menteri

Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut, nilai salinitas pada mangrove berkisar hingga 34 ‰.

b. Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH suatu perairan mencerminkan keseimbangan antara asam dan basa dalam air. Nilai pH perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain aktifitas fotosintesis, aktifitas biologi, temperatur, kandungan oksigen, dan adanya kation serta anion dalam perairan (Aksornkoe 1993). Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut, nilai pH pada ekosistem mangrove berkisar antara 7-8,5.

c. Suhu

Suhu (Aksornkoe, 1993) merupakan faktor penting dalam proses fisiologi tumbuhan seperti fotosintesis dan respirasi. Pengukuran sampel suhu dapat menggunakan bantuan alat *thermometer*. Diperkirakan suhu rata-rata didaerah tropis merupakan habitat terbaik bagi tumbuhan mangrove. Mikroorganisme mempunyai batasan suhu tertentu untuk bertahan terhadap kegiatan fisiologisnya. Respon bakteri terhadap suhu berbeda-beda, umumnya mempunyai batasan suhu optimum 28–32°C. Oleh karena itu, suhu perairan berpengaruh terhadap penguraian daun mangrove dengan asumsi bahwa serasah daun mangrove sebagai dasar metabolisme.

d. Jenis Tanah

Tanah yang berada di hutan mangrove memiliki ciri-ciri yang selalu basah, mengandung garam, oksigen sedikit, berbentuk butir-butir dan kaya bahan organik (Soeroyo 1993). Tanah tempat tumbuh mangrove terbentuk dari akumulasi sedimen yang bersal dari sungai, pantai atau erosi yang terbawa dari dataran tinggi sepanjang sungai atau kanal (Aksornkoe 1993).

Jenis tanah yang ada di hutan mangrove antara lain tanah berlumpur maupun berpasir.

e. Pasang Surut

Salah satu faktor yang mempengaruhi ekosistem mangrove adalah pasang surut. Gerakan pasang surut akan membawa benih mangrove menyuplai O_2 dan nutrisi bagi mangrove (Indica 2010).

2.3 Zonasi Vegetasi Mangrove

Mangrove biasa hidup dengan membentuk daerah tertentu (zonasi) dari tepi pantai hingga ke arah daratan. Penyebaran serta zonasi dari kawasan mangrove dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya faktor lingkungan. Bengen (2001) membagi zonasi kawasan mangrove menjadi beberapa tipe, antara lain:

- a. Daerah paling dekat dengan laut ditumbuhi oleh spesies *Avicennia* spp (yang tumbuh pada substrat agak berpasir) serta berasosiasi jenis *Sonneratia* spp.
- b. Daerah yang lebih ke arah darat, didominasi oleh *Rhizophora* spp. Namun, pada zona ini dapat pula dijumpai *Bruguiera* spp dan *Xylocarpus* spp.
- c. Zona pada daerah selanjutnya didominasi oleh *Bruguiera* spp.
- d. Zona transisi (hutan mangrove dan hutan darat rendah) dijumpai *Nypa fruticans* spp dan spesies palem lain.

Pembagian zonasi kawasan mangrove yang dipengaruhi adanya perbedaan penggenangan atau perbedaan salinitas meliputi :

- a. Zona garis pantai yakni kawasan yang berhadapan langsung dengan laut. Lebar zona ini sekitar 10-75 meter dari garis pantai dan biasanya ditemukan jenis *Rhizophora stylosa*, *Rhizophora mucronata*, *Avicennia marina* dan *Sonneratia alba*.

- b. Zona tengah yakni kawasan yang terletak di belakang zona garis pantai dan memiliki lumpur liat. Biasanya ditemukan jenis *Rhizophora apiculata*, *Avicennia officinalis*, *Bruguiera cylindrica*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Bruguiera parviflora*, *Bruguiera sexangula*, *Ceriops tagal*, *Aegiceras corniculatum*, *Sonneratia caseolaris* dan *Lumnitzera littorea*.
- c. Zona belakang yakni kawasan yang berbatasan dengan hutan darat. Jenis tumbuhan yang biasanya muncul antara lain *Achantus ebracteatus*, *A. ilicifolius*, *Acrostichum aureum*, *A. speciosum*. Jenis mangrove yang tumbuh adalah *Heritiera littoralis*, *Xylocarpus granatum*, *Excoecaria agalocha*, *Nypa fruticans*, *Derris trifolia*, *Osbornea octodonta* dan beberapa jenis tumbuhan yang biasa berasosiasi dengan mangrove antara lain *Barringtonia asiatica*, *Cerbera manghas*, *Hibiscus tiliaceus*, *Ipomea pes-caprae*, *Melastoma candidum*, *Pandanus tectorius*, *Pongamia pinnata*, *Scaevola taccada* dan *Thespesia populnea*.

Adapun pembagian zonasi menurut Arief (2003) juga dapat dilakukan berdasarkan jenis spesies yang mendominasi, dari arah laut ke daratan antara lain sebagai berikut :

- a. Zona *Avicennia* spp. yakni zona yang terletak pada lapisan paling luar dari hutan mangrove. Pada zona ini, tanah berlumpur lembek dan berkadar garam tinggi.
- b. Zona *Rhizophora* spp. yakni zona yang terletak di belakang zona *Avicennia* dan *Sonneratia*. Pada zona ini tanah berlumpur lembek dengan kadar garam lebih rendah. Perakaran tanaman terendam selama terjadinya pasang surut air laut.
- c. Zona *Bruguiera* spp. yakni zona yang terletak di belakang zona *Rhizophora*. Pada zona ini tanah

berlumpur agak keras dan perakaran hanya terendam pasang dua kali sebulan.

- d. Zona *Nipah* spp. yaitu zona pembatas antara daratan dan lautan, namun zona ini sebenarnya tidak harus ada kecuali jika terdapat air tawar yang mengalir dari sungai ke laut.

2.4 Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi adalah suatu algoritma yang diterapkan terhadap citra satelit, yang akan menonjolkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek lainnya yang berkaitan dengan kerapatan, misalnya biomassa, *Leaf Area Index* (LAI) serta konsentrasi dari nilai klorofil. Menurut Campbell (2011), indeks vegetasi dianalisis berdasarkan nilai-nilai kecerahan digital, yang bertujuan untuk percobaan mengukur biomassa atau vegetasi. Dengan kata lain, indeks vegetasi merupakan suatu transformasi matematis yang melibatkan beberapa saluran sekaligus yang bertujuan menghasilkan citra baru yang lebih representatif dalam menyajikan aspek-aspek yang berkaitan dengan vegetasi (Danoedoro 1996). Indeks vegetasi menunjukkan presentase pemantulan radiasi sinar matahari oleh permukaan daun yang berkorelasi dengan konsentrasi klorofil. Banyak konsentrasi klorofil yang terkandung oleh permukaan dari vegetasi, khususnya daun dapat menunjukkan tingkat kehijauan dari suatu vegetasi sehingga akan berpengaruh terhadap nilai indeks vegetasi.

Untuk pemantauan vegetasi, dilakukan proses perbandingan antara tingkat kecerahan kanal cahaya merah (*red*) dan kanal cahaya inframerah dekat (*near infrared*). Fenomena penyerapan cahaya merah oleh klorofil dan pemantulan cahaya inframerah dekat oleh jaringan mesofil yang terdapat pada daun akan membuat nilai kecerahan yang diterima sensor satelit pada kanal tersebut akan jauh berbeda. Pada daratan non-vegetasi, termasuk diantaranya wilayah perairan, pemukiman penduduk, tanah kosong terbuka, dan

wilayah dengan kondisi vegetasi yang rusak, tidak akan menunjukkan nilai rasio yang tinggi (*minimum*). Sebaliknya pada wilayah bervegetasi sangat rapat, dengan kondisi sehat, perbandingan kedua kanal tersebut akan sangat tinggi (*maximum*) (Sudiana 2008).

Ada beberapa macam indeks vegetasi yang dapat digunakan untuk mengetahui kerapatan vegetasi mangrove, seperti misalnya indeks vegetasi NDVI dan SAVI.

2.4.1 NDVI (Normalized Different Vegetation Index)

NDVI merupakan indeks vegetasi yang paling sering digunakan. NDVI (Chen dan Brutsaert, 1998) dapat digunakan untuk mengukur kesehatan dan kerapatan vegetasi. NDVI dapat digunakan sebagai indikator tingkat kehijauan daun. Prinsip NDVI menganggap bahwa radiasi dari *visible red* diserap oleh klorofil hijau daun, sehingga dipantulkan rendah, sebaliknya radiasi dari sinar *Near-Infrared* (NIR) akan kuat dipantulkan oleh struktur daun *spongy mesophyll*. Nilai NDVI yang rendah berarti tingkat kehijauan tanamannya (aktivitas klorofil) juga rendah, sedangkan nilai yang semakin tinggi menunjukkan bahwa tanaman tersebut semakin lebat/hijau (aktivitas klorofil) juga tinggi. Semakin tinggi aktivitas klorofil semakin sehat suatu tanaman.

Formula dari algoritma NDVI (Landgrebe, 2003) adalah sebagai berikut ini:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}} \quad (2.1)$$

Dimana, ρ_{NIR} merupakan nilai refletan BOA dari kanal *Near-Infrared* (NIR), sedangkan ρ_{Red} merupakan nilai reflekatan BOA dari kanal merah yang dimiliki citra. Penggunaan kedua band ini banyak dipilih sebagai parameter indeks vegetasi

karena hasil ukuran dari band ini dipengaruhi oleh penyerapan klorofil, peka terhadap biomassa vegetasi, serta memudahkan dalam pembedaan antara lahan bervegetasi, lahan terbuka, dan air. Pada daratan non-vegetasi, tidak akan menunjukkan perbandingan nilai rasio yang tinggi. Sebaliknya pada wilayah bervegetasi sangat rapat, dengan kondisi sehat, perbandingan kedua kanal tersebut nilai perbandingan rasionya akan sangat tinggi (Sudiana 2008). Pada Tabel 2.1 telah dijelaskan tingkat kerapatan dari nilai NDVI. Nilai dari algoritma ini berkisar antara -1,0 hingga +1,0 (Danoedoro 1996). Nilai NDVI yang bernilai negatif menunjukkan obyek yang vegetasinya rendah yang mengidentifikasikan wilayah badan air, bebatuan dan berpasir.

Tabel 2.1 Kisaran Tingkat Kerapatan Indeks Vegetasi (Dept. Kehutanan, 2003)

Kelas	Kisaran NDVI	Tingkat Kerapatan
1	0 s.d 0,32	Jarang
2	0,32 s.d 0,42	Sedang
3	>0,42 s.d 1	Tinggi

2.4.2 SAVI (Soil Adjustment Vegetation Index)

SAVI merupakan salah satu algoritma dari indeks vegetasi yang diajukan oleh Huete (1988). Indeks vegetasi SAVI mirip dengan NDVI, namun lebih menekankan efek dari piksel tanah. SAVI (Sudiana 2008). SAVI merupakan perbaikan dari NDVI untuk koreksi pantulan cahaya dari tanah. SAVI menggunakan faktor penyesuaian kanopi latar belakang tanah (L), yang merupakan fungsi dari kerapatan vegetasi. Rentang nilai L antara 0 hingga 1,

umumnya bersyarat pada kepadatan vegetasi pada piksel tertentu.

Adapun formula dari algoritma SAVI (Huete, 1988) adalah sebagai berikut :

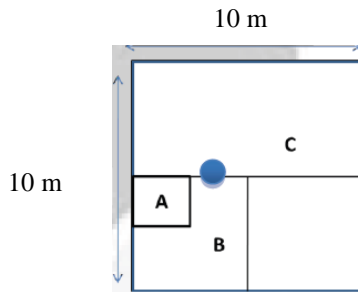
$$SAVI = \frac{(\rho_{NIR} - \rho_{RED})}{(\rho_{NIR} + \rho_{RED} + L)} (1 + L) \quad (2.2)$$

Dimana ρ_{NIR} merupakan nilai refletan BOA dari kanal *Near-Infrared* (NIR), sedangkan ρ_{Red} merupakan nilai refleksikan BOA dari band merah. Sedangkan L merupakan konstanta yang memperkecil sensitivitas indeks vegetasi dari reflektansi penutupan tanah. Apabila $L=0$, maka nilai SAVI sama dengan NDVI. Huete (1988) menunjukkan nilai optimal $L=0,5$ untuk memperhitungkan orde pertama variasi latar belakang tanah. Indeks ini paling baik digunakan di daerah dengan vegetasi yang relatif jarang di mana tanah terlihat melalui kanopi (Huete 1988).

2.5 Sampel Plot Acak

Menurut Peraturan Kepala BIG No. 3 Tahun 2014, sampel plot merupakan salah satu metode pengambilan sampel kerapatan vegetasi mangrove dilapangan. Pengambilan sampel plot dilakukan untuk mengambil sampel mangrove berdasarkan perhitungan pada suatu area (plot). Ukuran petak contoh bergantung pada strata pertumbuhan serta kerapatan vegetasi. Peletakkan plot dilakukan secara acak.

Prinsip dalam penentuan ukuran petak yang digunakan harus mewakili komunitas, namun juga harus cukup kecil agar individu dapat dipisahkan, dihitung dan dipisahkan tanpa duplikasi. Pada umumnya, ukuran plot yang digunakan adalah 10 x 10 meter untuk tegakan vegetasi. Berikut merupakan desain plot acak seperti Gambar 2.1 berikut :



Gambar 2.1 Sampel Plot

2.6 Kerapatan Jenis (Di)

Kerapatan vegetasi merujuk pada ukuran dan jumlah tanaman yang berada pada suatu wilayah. Kerapatan dari jenis vegetasi mangrove dapat dihitung melalui analisis vegetasi. Kerapatan jenis merupakan jumlah tegakan suatu jenis di dalam suatu unit area. Tegakan merupakan pohon yang memiliki diameter >10 cm. Salah satu metode yang digunakan dalam menghitung kerapatan jenis tegakan adalah dengan metode Analisis Vegetasi. Adapun rumus dari kerapatan jenis vegetasi (Bengen 2001) adalah sebagai berikut :

$$Di = \frac{n(i)}{A\left(\frac{Ind}{m^2}\right)} \quad (2.3)$$

Keterangan :

Di = kerapatan jenis-i

n (i) = jumlah total tegakan jenis-i

$A\left(\frac{Ind}{m^2}\right)$ = luas total area pengambilan sampel (m^2)

Berdasarkan dari kriteria baku kerusakan mangrove, penentuan kondisi mangrove dapat ditentukan melalui kerapatan dan penutup mangrove tersebut. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 tahun 2004 seperti pada Tabel 2.2 berikut:

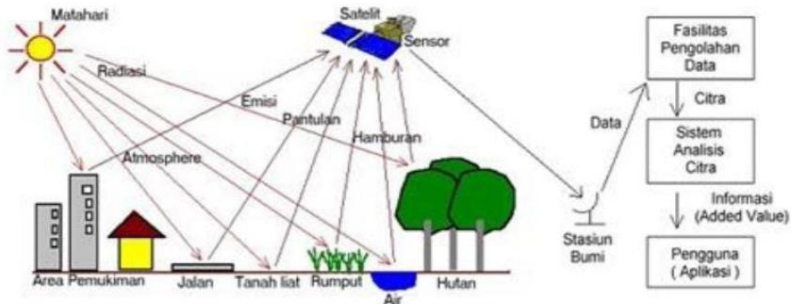
Tabel 2.2 Kriteria Baku Kerusakan Mangrove (Kepmen LH No. 201/2004)

Kriteria		Penutupan (%)	Kerapatan (pohon/ha)
Baik	Sangat Padat	≥ 75	≥ 1500
	Sedang	$\geq 50 - < 70$	$\geq 1000 - < 1500$
Rusak	Jarang	< 50	< 1000

2.7 Penginderaan Jauh

Menurut Lillesand *et. al.*, (1979), definisi dari penginderaan jauh merupakan suatu ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah atau fenomena dengan jalan menganalisa data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, daerah atau gejala yang dikaji. Selain itu, penginderaan jauh merupakan suatu teknologi yang mampu mengatasi permasalahan pengukuran data untuk informasi yang cepat. Sedangkan menurut Curran (1985), penginderaan jauh merupakan suatu pengukuran atau perolehan data pada obyek dipermukaan bumi dari satelit atau instrumen lain di atas atau jauh dari obyek yang diamati. Penginderaan jauh merupakan suatu pengukuran atau akuisisi data dari sebuah objek atau fenomena oleh sebuah alat yang tidak secara fisik melakukan kontak dengan objek tersebut atau pengukuran atau akuisisi data dari sebuah objek atau fenomena oleh sebuah alat dari jarak jauh (misalnya dari pesawat, pesawat luar angkasa, satelit, kapal atau alat lain).

Sistem penginderaan jauh (Kusumowidagdo *et.al.*, 2007) terdiri dari beberapa komponen yang saling terhubung dalam satu kesatuan. Adapun komponen tersebut terdiri dari sumber tenaga, atmosfer, obyek, sensor dengan wahana, pengolahan data, interpretasi atau analisis dan pengguna, seperti dalam Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Komponen Penginderaan Jauh
(Kusumowidagdo *et.al.*, 2007)

Adapun sumber tenaga penginderaan jauh adalah berupa tenaga elektromagnetik. Tenaga elektromagnetik ini terdiri dari berkas spektrum (sinar) dengan ukuran gelombang yang bervariasi. Menurut Kusumowidagdo *et.al.*, (2007) sinar tampak mata adalah sinar yang dapat dilihat oleh mata normal manusia. Data penginderaan jauh digital (citra digital) direkam dengan menggunakan sensor non-kamera. Sinar yang tampak mata memiliki panjang gelombang 0,4-0,7 μm . Dari sumber energinya, satelit penginderaan jauh dibagi menjadi satelit pasif dan aktif. Satelit penginderaan jauh aktif menggunakan sumber energi buatan yakni dengan panjang gelombang elektromagnetik serta kamera sensor elektromagnetik. Sedangkan satelit penginderaan jauh pasif menggunakan sumber energi alam (matahari) yakni menggunakan panjang gelombang elektromagnetik dan sensor fotografik. Penginderaan jauh juga dapat dimanfaatkan dalam hal pemantauan vegetasi mangrove, karena didasarkan pada dua sifat penting yaitu bahwa mangrove mempunyai zat hijau daun (klorofil) dan mangrove tumbuh di wilayah pesisir. Sifat optik klorofil sangat khas (Susilo, 2000) karena klorofil mampu menyerap spektrum sinar merah dan memantulkan kuat spektrum hijau. Penginderaan jauh merupakan teknologi yang cepat dan

efisien untuk pengelolaan ekosistem mangrove yang banyak terdapat di pesisir, kebanyakan daerah sulit dijangkau, pengukuran lapangan sulit dilakukan dan biaya yang mahal (Vaiphasa 2006).

2.8 Landsat 8

Landsat-8 merupakan kelanjutan dari misi satelit Landsat-7 milik Amerika Serikat. Landsat-8 pertama diluncurkan pada 11 Februari 2013. Landsat-8 merupakan hasil dari misi kerjasama antara NASA dan USGS. Dimana NASA bertanggung jawab dalam penyediaan satelit LDCM (Landsat 8), instrumen, pesawat peluncur dan elemen operasi misi sistem stasiun bumi dan mengelola fase awal peluncuran sampai dengan kondisi satelit beroperasi di orbitnya pada ruas antariksa (dari peluncuran sampai penerimaan). Selain itu, USGS bertanggung jawab akan penyediaan pusat operasi-operasi misi dan sistem pengolahan pada stasiun bumi (termasuk pengaripan dan jaringan-jaringan data), demikian juga tim operasi-operasi penerbangan.

Pada dasarnya, Landsat 8 memiliki kemampuan untuk merekam citra dengan resolusi spasial bervariasi yakni antara 15–100 meter. Landsat 8 merupakan citra satelit yang memiliki resolusi spasial 30 meter. Terkait dengan resolusi spasialnya, kanal dari landsat 8 memiliki resolusi tingkat menengah. Satu *scene* data *citra* satelit Landsat 8 mencakup area seluas 175 x 185 km. Landsat 8 memiliki DN (derajat keabuan) sebesar 0-4096. Landsat 8 dilengkapi oleh dua instrumen sensor yakni OLI dan TIRS. Sensor OLI berfungsi mengumpulkan data di permukaan bumi dengan spesifikasi resolusi spasial dan resolusi spektral yang berkesinambungan dengan data Landsat sebelumnya. Sedangkan TIRS merupakan sensor kedua dalam landsat 8 yang berfungsi untuk mengindera suhu dan aplikasi lainnya. TIRS merekam citra dalam dua saluran inframerah thermal dan didesain

untuk beroperasi selama 3 tahun. Satelit landsat 8 memiliki 11 kanal yakni kanal 1-9 berada pada OLI dan kanal 10-11 berada pada TIRS. Pada umumnya kanal pada OLI memiliki resolusi 30 m, kecuali untuk pankromatik 15 m. Dalam satu hari perekaman, Landsat 8 dapat mengumpulkan 400 scenes (150 kali lebih banyak dari landsat 7).

Berikut adalah spesifikasi dari 11 kanal (*band*) yang terdapat pada landsat 8 seperti pada Tabel 2.3 yakni :

Tabel 2.3 Spesifikasi Kanal Landsat 8 (NASA, 2013)

Band	Spektral	Panjang Gelombang	Resolusi Spasial
Band 1	Coastal/Aerosol	0,435 – 0,451 μm	30 m
Band 2	Blue	0,452 – 0,512 μm	30 m
Band 3	Green	0,533 – 0,590 μm	30 m
Band 4	Red	0,636 – 0,673 μm	30 m
Band 5	Near-infrared	0,851 – 0,879 μm	30 m
Band 6	SWIR 1	1,566 – 1,651 μm	30 m
Band 7	SWIR 2	2,107 – 2,294 μm	30 m
Band 8	Pan	0,503 – 0,676 μm	15 m
Band 9	Cirrus	1,363 – 1,384 μm	30 m
Band 10	LWIR 1	10,60 – 11,19 μm	100 m
Band 11	LWIR 2	11,50 – 12,51 μm	100 m

Kanal yang digunakan pada perhitungan algoritma indeks vegetasi adalah band *Red* dan NIR yang memiliki kegunaan seperti yang tertera pada Tabel 2.4. Berikut ini adalah manfaat dari tiap-tiap kanal dari citra satelit Landsat 8 antara lain sebagai berikut ini:

Tabel 2.4 Landsat 8 OLI dan TIRS

Band	Panjang gelombang	Kegunaan Dalam Pemetaan
Band 1- <i>Coastal Aerosol</i>	0,435 – 0,451	Studi pesisir dan aerosol
Band 2 – <i>Blue</i>	0,452 – 0,512	Pemetaan batimetri, membedakan tanah
Band 3 – <i>Green</i>	0,533 – 0,590	Menekankan vegetasi puncak, yang berguna untuk menilai kekuatan tanaman
Band 4 – <i>Red</i>	0,636 – 0,673	Mendiskriminasikan lereng vegetasi
Band 5 – <i>Near Infrared (NIR)</i>	0,851 – 0,879	Menekankan konten biomassa dan garis pantai
Band 6 - SWIR 1	1,566 – 1,651	Mendiskriminasikan kadar air tanah dan vegetasi; menembus awan tipis
Band 7 - SWIR 2	2,107 – 2,294	Peningkatan kadar air tanah dan vegetasi, penetrasi awan tipis
Band 8 - <i>Panchromatic</i>	0,503 – 0,676	Resolusi 15 meter, definisi gambar yang lebih tajam
Band 9 – <i>Cirrus</i>	1,363 – 1,384	Peningkatan deteksi kontaminasi awan cirrus
Band 10 – TIRS 1	10,60 – 11,19	Resolusi 100 meter, pemetaan termal dan perkiraan kelembaban tanah
Band 11 – TIRS 2	11,50 – 12,51	Resolusi 100 meter, Peningkatan pemetaan termal dan perkiraan kelembaban tanah

Parameter orbit dari satelit Landsat 8 seperti yang tertera pada Tabel 2.5, antara lain sebagai berikut :

Tabel 2.5 Spesifikasi Landsat 8 (Sitanggang, 2010)

Parameter	Spesifikasi
Orbit	Mendekati lingkaran sinkron-matahari
Ketinggian	705 km
Inklinasi	98,2°
Periode	99 menit
Resolusi Temporal	16 hari
Resolusi Spektral	11 band
Jenis Satelit	Pasif
Waktu Melintasi Katulistiwa	Jam 10:00 s.d 10:15 pagi

2.9 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik merupakan transformasi citra hasil penginderaan jauh sehingga citra tersebut mempunyai sifat-sifat peta dalam bentuk, skala dan proyeksi. Selain itu, pengertian koreksi geometrik merupakan proses yang mutlak dilakukan apabila posisi citra akan disesuaikan atau disusun bersamaan dengan peta-peta atau citra lainnya yang mempunyai sistem proyeksi peta. Koreksi geometrik merupakan proses memposisikan citra sehingga cocok dengan koordinat peta yang sesungguhnya. Mather (2004) mengelompokkan koreksi geometrik menjadi dua kategori untuk memperbaiki kesalahan geometrik yang terjadi, antara lain model geometri orbital dan transformasi berdasarkan titik kontrol di lapangan (GCP). Transformasi geometrik yang paling mendasar adalah penempatan kembali posisi piksel sedemikian rupa, sehingga pada citra digital yang tertransformasi dapat dilihat gambaran objek dipermukaan bumi yang terekam sensor. Koreksi geometrik mempunyai tiga tujuan, yaitu:

- a. Melakukan rektifikasi (pembetulan) atau restorasi (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografis.
- b. Merekistrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain yang sudah terkoreksi (*image to image rectification*).
- c. Merekistrasi citra ke peta atau transformasi sistem koordinat citra ke koordinat peta (*image to map*), sehingga menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu. Menurut Perka BIG No. 3 Tahun 2014, *image to map* adalah metode koreksi yang menggunakan *polynomial* (titik kontrol) merektifikasi sebuah citra ke dalam sebuah datum dan proyeksi peta menggunakan GCP (titik kontrol) dari peta RBI.

Berikut adalah rumus untuk menghitung *Root Mean Square Error*:

$$RMSE = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n ((X_i' - X_i)^2 + (Y_i' - Y_i)^2)}}{n} \quad (2.4)$$

Keterangan:

X_i' dan Y_i' = koordinat hasil transformasi
 X_i dan Y_i = koordinat titik kontrol tanah
 n = jumlah titik kontrol tanah

Selanjutnya dilakukan perhitungan SoF atau kekuatan jaring. SoF (*Strength of Figure*) merupakan kekuatan geometrik (bentuk) rangkaian segitiga yang menentukan penyebaran kesalahan dalam perataan jaring. Apabila nilai SoF kecil maka mencerminkan kekuatan jaring yang kecil pula, dan sebaliknya. Adapun formula dari SoF (Abidin, 2002) yakni :

$$SoF = \frac{Trace(A^T \times A)^{-1}}{U} \quad (2.5)$$

Keterangan :

A = matrik desain

N ukuran = jumlah baseline×3 komponen per baseline

N parameter = jumlah titik×3 komponen koordinat per titik

u = N ukuran – N parameter

2.10 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik merupakan salah satu tahap awal sebelum melakukan pengolahan citra satelit (*pre-processing*). Koreksi radiometrik (Ekadinata *et al*, 2008) merupakan proses untuk menghilangkan gangguan (*noise*) yang terjadi akibat pengaruh atmosferik maupun karena pengaruh sistematik perekaman citra. Kesalahan radiometrik merupakan kesalahan yang disebabkan oleh perekaman dari nilai pantulan sinar matahari akibat faktor atmosfer, kerusakan sensor, arah serta intensitas cahaya matahari, pengaruh topografi, dan sebagainya. Kesalahan radiometrik membuat nilai piksel yang ditampilkan oleh citra satelit bukanlah nilai murni pantulan yang sebenarnya, akan tetapi nilai pantulan yang dipengaruhi oleh kesalahan.

Koreksi radiometrik terdiri dari tahap kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer. Kalibrasi radiometrik bertujuan mengubah nilai *digital number* pada citra menjadi radian maupun reflektan. Berikut merupakan formula yang digunakan dalam konversi nilai *digital number* citra menjadi radian TOA berikut:

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L \quad (2.6)$$

Dimana, L_{λ} merupakan nilai radian (Watts/(m².srad. μm)), M_L adalah *multiplicative rescaling factor*, Q_{cal} adalah nilai *digital number band*, A_L adalah *additive rescaling factor*. Nilai M_L dan A_L diperoleh dari *file* metadata citra Landsat 8. Setelah proses kalibrasi radiometrik selesai, selanjutnya melakukan koreksi atmosfer pada citra.

Koreksi atmosfer bertujuan untuk menghilangkan kesalahan akibat pengaruh atmosfer. Terdapat beberapa metode koreksi atmosfer yang dapat digunakan, salah satunya metode 6SV. Metode 6SV menghasilkan parameter koreksi x_a , x_b dan x_c yang diperoleh dari *website*: www.6sv.itdri.org. Reflektan terkoreksi atmosfer diturunkan dari radian sensor dengan formula sebagai berikut :

$$y_\lambda = x_{a_\lambda} \cdot (L_\lambda) - x_{b_\lambda} \quad (2.7)$$

$$Acr_\lambda = \frac{y_\lambda}{(1 + x_{c_\lambda} y_\lambda)} \quad (2.8)$$

Dimana, Acr_λ merupakan reflektansi terkoreksi atmosfer, L_λ merupakan nilai radian TOA, x_{a_λ} x_{b_λ} x_{c_λ} merupakan parameter koreksi 6SV.

2.11 Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra merupakan suatu teknik yang digunakan untuk menghilangkan informasi rinci dari data *input* untuk menampilkan pola-pola penting atau distribusi spasial untuk mempermudah interpretasi dan analisis citra sehingga dari citra tersebut diperoleh informasi yang bermanfaat. Proses klasifikasi citra dilakukan dengan menetapkan metode klasifikasi visual *digitation on screen* berdasarkan citra komposit warna. Klasifikasi citra pada dasarnya bertujuan untuk melakukan pengelompokan data dari nilai-nilai piksel yang bervariasi sehingga dapat dijelaskan ke dalam beberapa klas yang memiliki karakteristik nilai spektral yang serupa.

Klasifikasi citra secara digital dapat dilakukan dengan dua cara antara lain (Purwadhi, 2001):

a. Klasifikasi Tak Terbimbing (*Unsupervised*)

Klasifikasi tak terbimbing merupakan suatu metode untuk interpretasi citra. Pada klasifikasi ini kita

membentuk suatu *cluster* atau *natural grouping*. *Cluster* mengklasifikasikan piksel berdasarkan jarak spektral antar piksel. Apabila jarak tersebut kurang dari suatu konstanta yang diberikan, maka piksel tersebut digabungkan menjadi suatu *cluster*, tetapi sebaliknya apabila jarak spektral tersebut lebih besar maka piksel yang pertama akan menjadi acuan untuk mengukur jarak spektral terhadap piksel berikutnya.

b. Klasifikasi Terbimbing (*Supervised*)

Klasifikasi terbimbing ialah suatu metode untuk interpretasi citra. Pada metode *supervised*, analisis terlebih dulu menetapkan beberapa *training area* (daerah sampel) pada citra sebagai kelas lahan tertentu. Penetapan ini berdasarkan pengetahuan analisis terhadap wilayah dalam citra mengenai daerah-daerah tutupan lahan. Nilai-nilai piksel dalam daerah contoh kemudian digunakan oleh komputer sebagai kunci untuk mengenali piksel lain. Daerah yang memiliki nilai-nilai piksel sejenis akan dimasukkan ke dalam kelas lahan yang telah ditetapkan sebelumnya. Dalam metode ini, untuk mengidentifikasi dan mengetahui lokasi dari setiap tipe penutupan lahan bisa dari interpretasi yang didukung pengecekan lapangan, analisa foto udara atau citra resolusi spasial yang tinggi (seperti SPOT atau Quickbird). Untuk mengidentifikasi secara spesifik dari lokasi yang telah diketahui tipe penutupan lahannya dan akan ditetapkan sebagai *training area*. Parameter analisa statistik multivarian seperti rata-rata standar deviasi, dan matriks korelasi dihitung untuk setiap *training area*.

2.12 Citra Foto Udara

Fotogrametri merupakan suatu seni, pengetahuan dan teknologi untuk memperoleh data dan informasi tentang suatu obyek serta keadaan di sekitarnya melalui suatu proses pencatatan, pengukuran dan interpretasi bayangan fotografis

(hasil pemotretan). Fotogrametri menggunakan wahana pesawat untuk memotret obyek. Hasil dari pemetaan dengan metode ini adalah foto udara. Foto udara memiliki kemampuan untuk memotret pada gelombang tampak, dengan panjang gelombang 0,4-0,7 μm . Panjang gelombang yang dapat ditangkap tergantung pada sensor kamera yang digunakan saat memotret.

Menurut Sutanto (1985) salah satu jenis foto udara adalah foto multispektral. Foto multispektral dibuat dengan gabungan beberapa panjang gelombang yang terletak dalam satu spektrum. Salah satu produk foto udara multispektral adalah foto udara inframerah. Foto udara inframerah (Hadi, 2007) dapat digunakan untuk studi vegetasi serta penggunaan lahan. Adapun spesifikasi dari foto udara dapat dilihat pada Tabel 2.6 seperti berikut ini:

Tabel 2.6 Spesifikasi Foto Udara (Ratnasari, 2017)

Metode Pencitraan	Keterangan
Resolusi Spasial	0,3 meter
Resolusi Spektral	Red 620-750 nm Green 495-570 nm Blue 450-495 nm IR 720-960 nm
Jangkauan Dinamik	16 bit
Tinggi Terbang	50-150 meter

2.13 Analisa Korelasi

Didalam analisa korelasi, nilai yang dicari adalah nilai korelasi antar sampel variabel. Korelasi *Pearson Product Moment* (PPM) atau biasa disebut dengan koefisien korelasi. PPM merupakan salah satu teknik analisis statistik yang paling banyak digunakan oleh para peneliti. Karena peneliti umumnya tertarik terhadap peristiwa-peristiwa yang terjadi dan mencoba untuk menghubungkannya. Besarnya angka

korelasi disebut koefisien korelasi dinyatakan dengan lambang r . Korelasi hanya bisa digunakan pada hubungan variabel garis lurus (linier). Korelasi menyatakan derajat hubungan antara variabel *independent* dengan variabel *dependent* atau untuk mengetahui kuat atau lemahnya hubungan antara variabel tersebut.

Berikut adalah rumus dari koefisien korelasi (r) menurut Sugiyono (2008), sebagai berikut ini :

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}} \quad (2.9)$$

Dimana, r merupakan nilai koefisien korelasi. x merupakan variabel bebas (*independent*) sedangkan y adalah variabel terikat (*dependent*). Sedangkan n merupakan jumlah data. Nilai r selalu terletak antara -1 hingga 1. Sehingga apabila nilai $r = +1$, berarti ada korelasi positif sempurna antara variabel x dan variabel y sebaliknya jika $r = -1$, berarti korelasi negatif sempurna antara variabel x dan variabel y , sedangkan $r = 0$, berarti tidak ada korelasi antara x dan y . Semakin mendekati 1 maka korelasi semakin kuat sedangkan semakin mendekati nol maka korelasi antara dua variabel semakin rendah. Sedangkan tanda koefisien korelasi menunjukkan arah hubungan. Tanda (+) menunjukkan hubungan yang searah, sehingga apabila kenaikan didalam suatu variabel diikuti dengan kenaikan di dalam variabel lain, maka dapat dikatakan bahwa kedua variabel tersebut mempunyai korelasi yang positif. Sedangkan tanda negatif (-) menunjukkan hubungan yang berkebalikan. Berkebalikan artinya semakin meningkat nilai suatu variabel maka variabel lainnya semakin menurun. Sehingga hubungan antar interval koefisien korelasi seperti pada Tabel 2.7 berikut ini:

Tabel 2.7 Interval Korelasi (r) (Sugiyono, 2008)

Interval Koefisien Korelasi (r)	Tingkat Hubungan Korelasi
0,00-0,199	Sangat Rendah
0,20-0,339	Rendah
0,40-0,599	Sedang
0,60-0,799	Kuat
0,80-1,000	Sangat Kuat

2.14 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu terkait pemetaan kerapatan hutan mangrove dilakukan oleh Faizal (2005) yang memprediksi kerapatan mangrove di Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan. Indeks vegetasi yang digunakan adalah metode NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) dan GI (*Green Index*) dan WI (*Wetness Index*). NDVI memiliki kelebihan pada kanal yang digunakan yakni dengan menggunakan kanal *Near-Infrared* (NIR) dan *Red*. Selain itu adapula penelitian oleh Prameswari (2014) mengenai indeks vegetasi pada mangrove menggunakan metode NDVI, EVI-2 dan SAVI. Dari hasil penelitian Prameswari (2015) didapat hubungan korelasi antara kerapatan perarea dengan indeks vegetasi sangat kecil, hal ini disebabkan oleh pengambilan data insitu dan citra yang cukup jauh yakni tahun 2015 dan 2011.

Kusumaningrum (2013) melakukan penelitian berjudul *Analisa Kesehatan Vegetasi Mangrove Berdasarkan Nilai Normalized Differencce Vegetation Index (NDVI) Menggunakan Citra Alos*. Variabel yang digunakan pada citra mencakup *digital number* pada masing – masing citra dan variabel di lapangan berupa *spectral ground*. Hasil yang diperoleh dari uji korelasi yaitu 82% dan didapatkan kelas vegetasi mangrove dengan kondisi kesehatan rusak 70% yang didominasi pada Kecamatan Krembangan, Sangat

Buruk 17,7% terletak di Kecamatan Kenjeran, Buruk 7% terletak di Kecamatan Mulyorejo dan Normal 5,3% terletak di Kecamatan Rungkut dan Gunung Anyar.

Selanjutnya penelitian tentang *Detection of Mangrove in Pongok Island* (Umroh, *et al*, 2015) memetakan mangrove menggunakan Landsat 8 dengan teknik SIG. Algoritma yang digunakan yakni NDVI untuk menghitung kerapatan mangrove di Pulau Pongok. Didapatkan kelas mangrove rapat yang paling mendominasi di Pulau Pongok yakni 1.801,35 hektar.

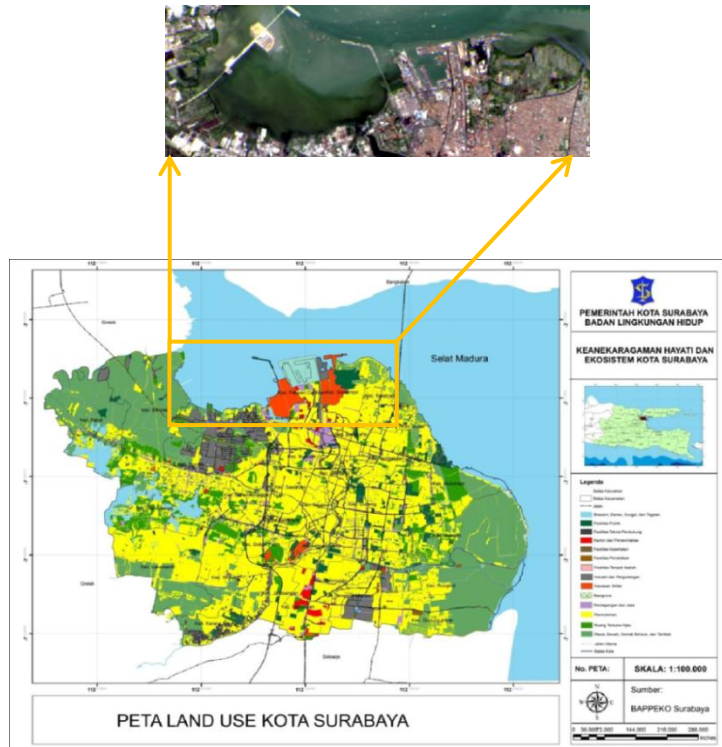
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di kawasan mangrove Pesisir Utara Surabaya, Jawa Timur. Pantai Utara Surabaya memiliki panjang garis pantai ± 9 km. Secara geografis, lokasi dari penelitian ini terletak pada koordinat $7^{\circ}11'35,77''$ - $7^{\circ}12'30,1''$ LS dan $112^{\circ}39'47,57''$ - $112^{\circ}46'42,81''$ BT.

Berikut adalah peta lokasi penelitian seperti pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian (Bappeko 2014)

Menurut Peraturan Daerah Kota Surabaya No. 12 tahun 2014 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah, pesisir utara Surabaya termasuk dalam Unit Pengembangan wilayah laut I dan Unit Pengembangan wilayah laut II. Sebagaimana yang terdapat pada Peraturan Daerah Kota Surabaya No. 12 tahun 2014 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah pasal 21 ayat 2, yang termasuk dalam Unit Pengembangan wilayah laut I adalah wilayah laut yang berada di perairan bagian utara kota, di kawasan Teluk Lamong di Kecamatan Benowo, Kecamatan Tandes dan Kecamatan Asemrowo. Sedangkan Unit Pengembangan wilayah laut II adalah wilayah laut yang berada di perairan bagian utara kota, di kawasan Pelabuhan Tanjung Perak di Kecamatan Krembangan, Kecamatan Pabean Cantikan, Kecamatan Semampir dan Kecamatan Kenjeran.

3.2 Alat dan Data

Berikut adalah data dan peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain :

3.2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini antara lain :

- a. Citra satelit Landsat 8 tahun 2015-2018.
- b. Data uji sampel parameter (salinitas, pH, kerapatan) tahun 2018
- c. Data *Spectral Ground* (NIR foto) tahun 2018
- d. Peta RBI skala 1:25.000.
- e. Data vektor batas administrasi Kecamatan Surabaya.

3.2.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir antara lain sebagai berikut:

- a. Perangkat Keras Laptop

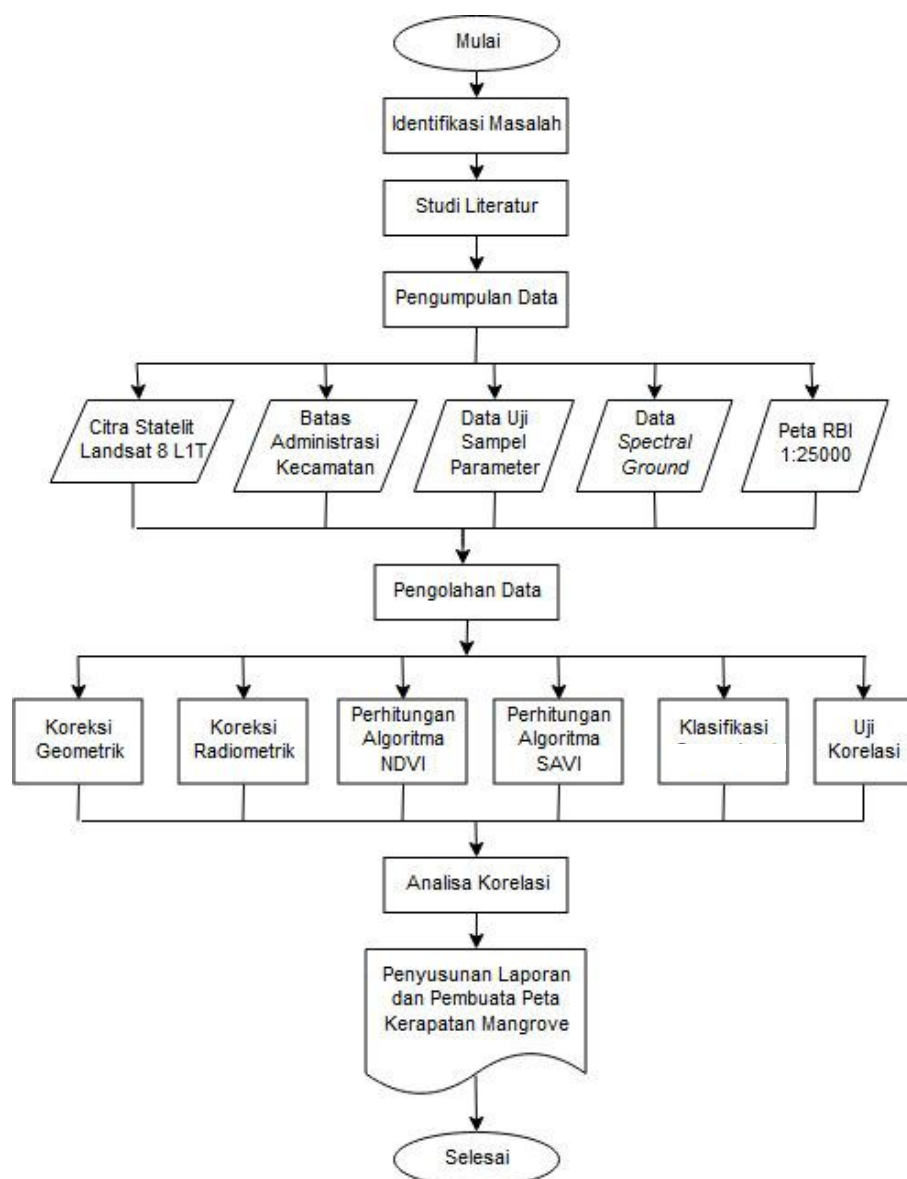
- b. Kamera Inframerah (NIR)
- c. Pesawat UAV (*drone*)
- d. GPS *Handheld*
- e. Refraktometer
- f. pH meter
- g. Perangkat lunak pengolah citra satelit
- h. Perangkat lunak pengolah statistik
- i. Perangkat lunak pengolah *layouting*

3.3 Metodologi Penelitian

Berikut adalah tahapan pekerjaan dalam penelitian tugas akhir sebagai berikut :

3.3.1 Tahapan Penelitian

Berikut adalah tahapan dari penelitian tugas akhir pada diagram alir tertera pada Gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Penjelasan dari diagram alir antara lain:

a. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahap awal dari penelitian ini. Masalah yang ada adalah adanya dinamika ekosistem mangrove di kawasan pesisir yang dapat mengganggu kelangsungan ekosistem mangrove serta menghilangkan manfaat utama mangrove, sehingga perlu dilakukan adanya analisa kerapatan ekosistem mangrove. Sehingga untuk menghitung kerapatan mangrove dapat menggunakan algoritma NDVI dan SAVI.

b. Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahap pencarian sumber informasi, sumber bacaan yang menunjang penelitian yakni mendapat referensi perubahan pada ekosistem mangrove, perhitungan algoritma indeks vegetasi baik NDVI maupun SAVI, pengolahan data serta uji korelasi.

c. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini antara lain adalah data citra satelit Landsat 8 tahun 2015-2018. Pengambilan data uji sampel parameter kimiawi yakni salinitas dan pH. Pengambilan data *spectral ground* yang diperoleh dari pengambilan citra foto di lapangan menggunakan kamera Inframerah pada pesawat UAV (*drone*). Selain itu dilakukan pengukuran kerapatan mangrove menggunakan metode sampel plot acak di lapangan.

d. Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain melakukan koreksi geometrik pada citra Landsat 8. Kemudian dilakukan proses koreksi radiometrik pada citra Landsat 8 selanjutnya melakukan perhitungan kerapatan

mangrove dengan algoritma NDVI dan SAVI, melakukan klasifikasi algoritma indeks vegetasi, uji klasifikasi dan uji korelasi indeks vegetasi dengan data sampel lapangan.

e. Analisa Korelasi

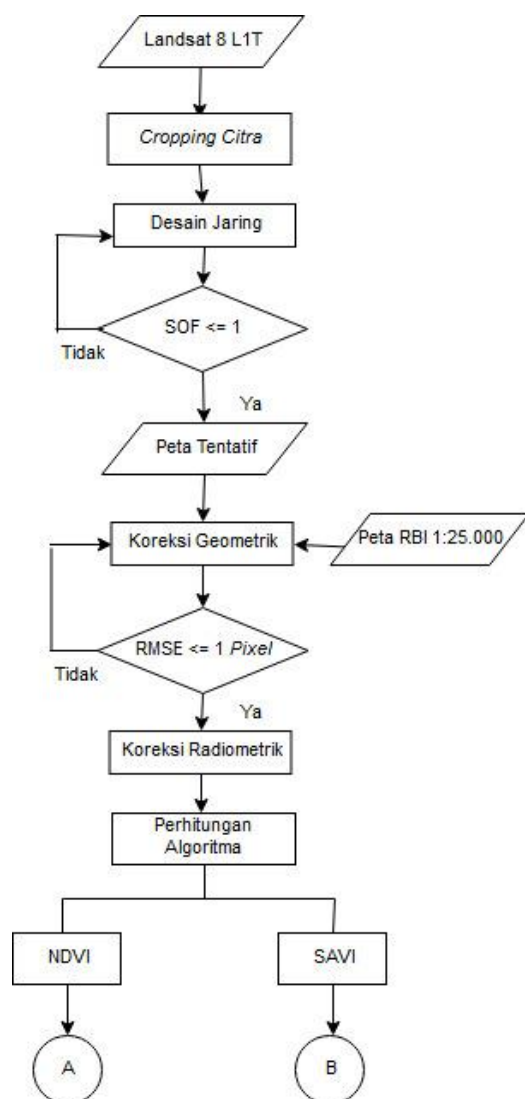
Analisa korelasi adalah tahapan untuk mengetahui korelasi atau hubungan dari algoritma NDVI dengan data *groundtruth* yang ada di lapangan. Juga algoritma SAVI dengan data *groundtruth* di lapangan.

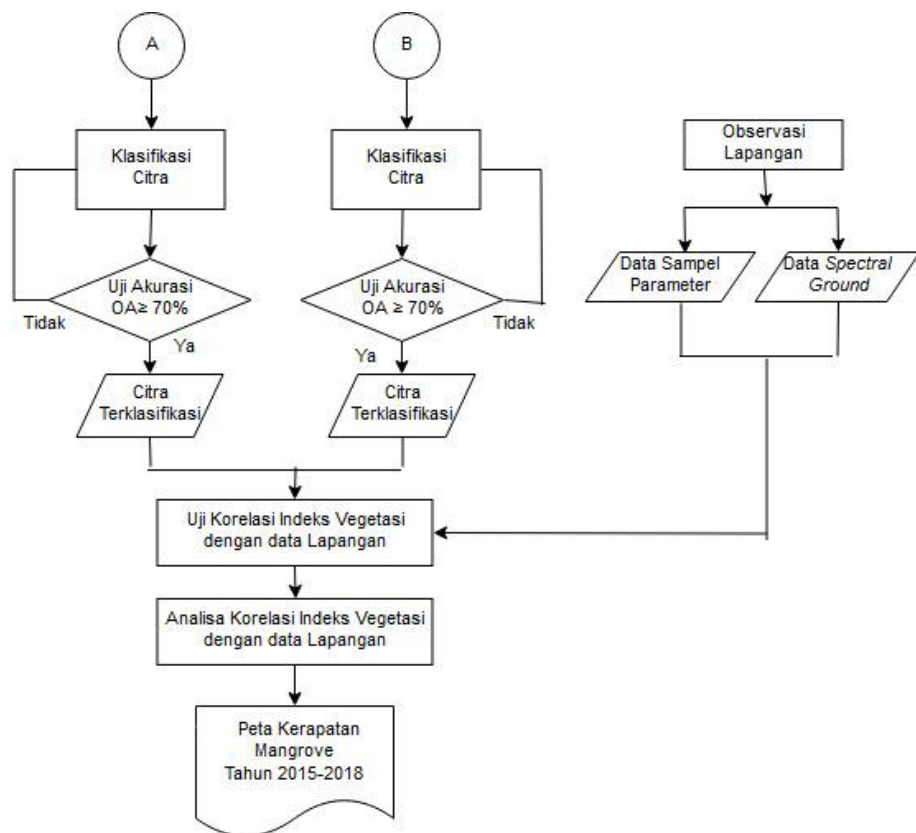
f. Penyusunan Laporan dan Pembuatan Peta

Tahap akhir dari penelitian ini adalah penyusunan laporan tugas akhir dan pembuatan peta kerapatan ekosistem mangrove dari tahun 2015 hingga 2018.

3.3.2 Tahapan Pengolahan Data

Adapun tahapan dalam pengolahan data pada penelitian tugas akhir ini seperti yang tertera pada Gambar 3.3 berikut :





Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan Data

Berikut adalah penjelasan dari diagram alir diatas :

- Tahapan awal dalam pengolahan data citra adalah melakukan perbaikan citra. Perbaikan citra pada Landsat 8 menggunakan kombinasi *band* 564.
- Pembuatan Desain Jaring Titik Kontrol
Tahap selanjutnya adalah pembuatan desain jaring pada citra Landsat 8 untuk memperoleh nilai SoF ≤ 1 . Apabila nilai SoF ≤ 1 maka kekuatan desain

jaring tersebut telah masuk toleransi (desain kuat) sehingga boleh dipergunakan.

c. Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik adalah proses perbaikan nilai citra baik sistem proyeksi maupun sistem koordinat pada citra agar bernilai sama dengan koordinat di lapangan. Tujuan koreksi geometrik untuk mereduksi kesalahan geometrik. Koreksi geometrik pada Landsat 8 menggunakan bantuan peta RBI dengan metode *Image to Map*. Dalam koreksi geometrik harus memperhatikan nilai RMSE. Apabila nilai $RMSE \leq 1$ piksel (Purwadhi, 2001), maka koreksi tersebut telah berhasil dan memenuhi syarat, jika sebaliknya maka perlu dilakukan koreksi ulang.

d. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik adalah koreksi yang dilakukan untuk memperbaiki nilai-nilai *pixel* yang tidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran spektral objek yang sebenarnya. Koreksi radiometrik mengubah *digital number* (DN) citra menjadi radian. Koreksi radiometrik terdiri dari dua tahap yakni kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer. Kalibrasi radiometrik mengonversi nilai DN citra menjadi radian TOA. Koreksi atmosfer menggunakan metode 6SV untuk menghilangkan kesalahan atmosfer, sehingga akan didapat nilai reflektan BOA.

e. *Cropping* Citra

Kemudian dilakukan proses pemotongan (*cropping*) citra Landsat 8 sesuai dengan lokasi penelitian menggunakan batas administrasi Kecamatan Surabaya. Hal ini bertujuan agar wilayah penelitian yang diolah lebih terfokus. Adapun kecamatan yang mencakup pesisir utara

Surabaya antara lain Kecamatan Krembangan, Asemrowo, Benowo, Semampir dan Pabean Cantikan. Sehingga *cropping* citra akan mencakup kelima kecamatan tersebut.

f. Perhitungan Algoritma Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi yang digunakan adalah NDVI dan SAVI. NDVI merupakan indeks vegetasi yang umum digunakan. NDVI dan SAVI dapat digunakan untuk mengukur kesehatan dan kepadatan vegetasi. Algoritma SAVI mirip dengan NDVI, akan tetapi lebih menekankan efek dari piksel tanah karena terdapat nilai L . Adapun algoritma dari NDVI sebagai berikut :

$$NDVI = \frac{\rho \text{ NIR} - \rho \text{ RED}}{\rho \text{ NIR} + \rho \text{ RED}} \quad (3.1)$$

Dimana, NIR merupakan nilai refletan BOA dari kanal *Near-Infrared* (NIR), sedangkan *Red* merupakan nilai reflektan BOA dari *band* merah yang dimiliki citra. Sedangkan algoritma dari SAVI adalah sebagai berikut :

$$SAVI = \frac{(\rho \text{ NIR} - \rho \text{ RED})}{(\rho \text{ NIR} + \rho \text{ RED} + L)} (1 + L) \quad (3.2)$$

Dimana L merupakan konstanta yang memperkecil sensitivitas indeks vegetasi dari reflektansi penutupan tanah. Apabila $L=0$, maka nilai SAVI sama dengan NDVI. Sedangkan nilai $L= 0,5$ merupakan nilai optimal (Huete 1988). Rentang nilai L antara 0-1. Indeks vegetasi SAVI lebih optimal digunakan pada daerah dengan kepadatan vegetasi jarang (Huete 1988).

g. Survei Lapangan (*Ground Truth*)

Survei lapangan dilakukan untuk pengambilan data *ground truth* yakni pengambilan sampel parameter. Tujuannya untuk mengetahui nilai parameter kimiawi yakni salinitas dan pH dengan citra dan hubungan citra dengan pengambilan nilai NIR pesawat UAV dari kamera *infrared* untuk dikorelasikan nantinya. Serta pengambilan plot acak data kerapatan tegakan di lapangan dengan metode transek.

h. Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra bertujuan untuk mengelompokkan obyek yang memiliki kesamaan nilai spektral. Klasifikasi dilakukan untuk membantu dalam mengetahui kerapatan mangrove. Sehingga obyek yang berada pada rentang nilai yang sama akan dikelompokkan. Klasifikasi citra dilakukan terhadap citra yang telah bernilai NDVI dan SAVI. Klasifikasi citra ini menggunakan *training area* untuk membantu pengelompokkan obyek yang sama. Nilai yang didapat dari metode NDVI dan SAVI tersebut kemudian dihitung interval kelasnya menggunakan perhitungan interval kelas kerapatan berdasarkan rumus sebagai berikut: (Sturgess dalam Akbar, 2005).

$$KL = \frac{x_t - x_r}{k} \quad (3.3)$$

Keterangan:

KL = Kelas Interval

Xt = Nilai Maximum

Xr = Nilai Minimum

K = Jumlah Kelas (yang diinginkan)

i. Uji Akurasi

Hasil klasifikasi perlu dilakukan pengujian agar menghasilkan data yang dapat diterima dengan tingkat ketelitian (akurasi) tertentu. Suatu klasifikasi dapat dilihat tingkat akurasi (ketelitiannya) menggunakan matriks kesalahan (*confussion matrix*). Matriks ini dapat mempersentasekan ketelitian dari suatu kelas klasifikasi yang diperoleh dari perbandingan jumlah *pixel* yang benar (sesuai) dengan *training area* dan total jumlah *pixel* pada *training area* suatu kelas klasifikasi dalam bentuk matriks pada seluruh kelas yang ada. Uji ketelitian ini dapat menghitung nilai *Overall Accuracy*. Nilai klasifikasi disebut benar, saat nilai uji akurasi *Overall Accuracy* sebesar $\geq 70\%$ (Perka BIG No. 3 Tahun 2014).

j. Uji Korelasi

Uji korelasi merupakan uji ketelitian yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antar variabel. Dalam penelitian ini NDVI dan SAVI merupakan variabel x yakni variabel bebas. Sedangkan data uji sampel parameter merupakan variabel y yakni variabel terikat. Uji korelasi yang akan dilakukan adalah uji korelasi indeks vegetasi citra dan data *groundtruth* di lapangan. Data *groundtruth* tersebut meliputi pengambilan nilai NIR foto udara serta pengambilan sampel parameter kimia (salinitas dan pH). Selain itu juga dilakukan pengambilan sampel kerapatan menggunakan metode sampel plot acak (*random*) di lapangan.

k. Analisa Korelasi Mangrove

Pada tahap ini, dilakukan proses analisa dari hubungan antara uji korelasi NDVI dan SAVI pada

tiap citra satelit dengan data *spectral ground* lapangan (pengambilan NIR foto), serta hubungan antara indeks vegetasi tersebut dengan data sampel parameter (kimiawi serta kerapatan) di lapangan. Pada tahap analisa juga akan dikaji tentang penyebab perubahan kerapatan yang terjadi di lapangan. Pada analisa korelasi ini menggunakan persamaan korelasi *Pearson* untuk mengetahui besar korelasinya.

1. Peta Kerapatan Mangrove

Tahap akhir setelah pengolahan citra adalah penyajian data. Tahap ini berupa pembuatan laporan tugas akhir dan peta kerapatan ekosistem mangrove tahun 2015-2018.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data

Data yang digunakan dalam pengolahan data adalah citra satelit Landsat 8. Resolusi spasial citra tersebut adalah 30 meter. Untuk tahun akuisisi dari citra tersebut antara lain tahun 2015, 2016, 2017 dan 2018. Untuk data citra Landsat 8 yang digunakan, akuisisi data pada masing-masing citra tersebut adalah pada tanggal 16 Juni 2015, 4 Juli 2016, 20 Mei 2017 dan 20 Maret 2018.

Adapun metadata dari masing-masing data citra Landsat 8 yang digunakan adalah pada Gambar 4.1 sampai 4.4 berikut ini:

```
SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"  
SENSOR_ID = "OLI_TIRS"  
WRS_PATH = 118  
WRS_ROW = 65  
NADIR_OFFNADIR = "NADIR"  
TARGET_WRS_PATH = 118  
TARGET_WRS_ROW = 65  
DATE_ACQUIRED = 2015-06-16
```

Gambar 4.1 Metadata Citra Landsat 8 (Juni, 2015)

```
SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"  
SENSOR_ID = "OLI_TIRS"  
WRS_PATH = 118  
WRS_ROW = 65  
NADIR_OFFNADIR = "NADIR"  
TARGET_WRS_PATH = 118  
TARGET_WRS_ROW = 65  
DATE_ACQUIRED = 2016-07-04
```

Gambar 4.2 Metadata Citra Landsat 8 (Juli, 2016)

```
SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"  
SENSOR_ID = "OLI_TIRS"  
WRS_PATH = 118  
WRS_ROW = 65  
NADIR_OFFNADIR = "NADIR"  
TARGET_WRS_PATH = 118  
TARGET_WRS_ROW = 65  
DATE_ACQUIRED = 2017-05-20
```

Gambar 4.3 Metada Citra Landsat 8 (Mei, 2017)

```

SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
WRS_PATH = 118
WRS_ROW = 65
NADIR_OFFNADIR = "NADIR"
TARGET_WRS_PATH = 118
TARGET_WRS_ROW = 65
DATE_ACQUIRED = 2018-03-20

```

Gambar 4.4 Metada Citra Landsat 8 (Maret, 2018)

4.2 Pemotongan Citra

Pemotongan citra dilakukan untuk memfokuskan daerah studi di Pesisir Utara Surabaya (Unit Pengembangan wilayah laut I dan II). Berikut adalah citra Landsat 8 yang telah di-*cropping* sesuai dengan lokasi penelitian (Pesisir Utara Surabaya) seperti Gambar 4.5 berikut :



Gambar 4.5 Hasil Pemotongan Citra Landsat 8

4.3 Perhitungan Kekuatan Jaring (SoF)

SoF merupakan kependekan dari *Strength of Figure*. SoF biasa digunakan untuk mengetahui kekuatan geometri suatu jaring. Desain jaring titik kontrol yang digunakan dalam koreksi geometrik pada citra Landsat 8 adalah seperti Gambar 4.6 berikut ini :



Gambar 4.6 Desain Jaring citra Landsat 8

Berikut merupakan hasil perhitungan kekuatan jaring (SoF) citra Landsat 8 sebagai berikut:

Jumlah baseline : 27

Jumlah titik : 15

N_ukuran : Jumlah baseline x 3 = 81

N_parameter : Jumlah titik x 3 = 45

u : N_ukuran - N_parameter = 36

SoF

$$= [\text{Trace} (A^T A)^{-1}] / U$$

$$= 0,230.$$

Hasil perhitungan kekuatan jaring (SoF) adalah sebesar 0,230. Apabila nilai SoF jaring semakin kecil maka konfigurasi jaring akan semakin baik, begitupula sebaliknya (Abidin 2002). Perhitungan SoF yang dilakukan telah menghasilkan nilai <1, sehingga desain jaring tersebut dianggap kuat (Abidin 2002).

4.4 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik bertujuan untuk memperbaiki koordinat citra agar sesuai dengan koordinat geografis. Citra satelit Landsat 8 yang memiliki resolusi spasial 30 meter, masing-masing dikoreksi geometrik secara *Image to Map* dengan menggunakan acuan peta RBI skala 1:25.000. Sistem

proyeksi yang digunakan adalah *Universal Transverse Mercator* (UTM) Zona 49 S serta datum *World Geodetic System* (WGS) 1984.

Berikut merupakan tabel hasil perhitungan nilai *RMS Error* dari masing-masing citra Landsat 8 tahun 2015, 2016, 2017 dan 2018 sebagai berikut ini:

a. Citra Landsat 8 tahun 2015

Berikut merupakan tabel dari nilai total RMSE citra landsat 8 tahun 2015 seperti pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Tabel RMSE citra Landsat 8 tahun 2015

[illegible]

b. Citra Landsat 8 tahun 2016

Berikut merupakan tabel dari nilai total RMSE citra landsat 8 tahun 2016 seperti pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Tabel RMSE citra Landsat 8 tahun 2016

GCP	<i>Map</i>		<i>Image</i>		<i>Error</i>		RMSE
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	
S	688802,09	9200457,00	2341,40	3872,80	0,077	0,029	0,082
A	685212,09	9200525,00	2221,79	3870,50	-0,030	0,044	0,054
B	682630,09	9202141,00	2135,76	3816,71	-0,075	-0,037	0,084
C	681752,09	9204333,00	2106,42	3743,67	0,027	-0,055	0,061
D	683483,09	9205053,00	2164,22	3719,56	-0,040	0,064	0,075
E	684279,09	9203355,00	2190,62	3776,23	0,074	-0,012	0,075
F	687740,09	9201238,00	2306,12	3846,84	-0,047	-0,048	0,067
G	689840,09	9203523,00	2376,18	3770,55	-0,049	0,089	0,101
H	691443,09	9204057,00	2429,57	3752,86	0,020	-0,015	0,026
I	694078,09	9204022,00	2517,56	3754,00	-0,105	0,020	0,107
J	696456,09	9202812,00	2596,67	3794,33	0,069	0,034	0,077
K	696256,09	9201586,00	2590,22	3835,22	-0,160	0,012	0,161
L	694153,09	9202658,00	2519,78	3799,56	0,162	-0,072	0,177
M	691700,09	9202852,00	2438,20	3793,20	-0,054	-0,188	0,196
N	690301,09	9202531,00	2391,36	3803,57	0,131	0,136	0,189
Total RMSE							0,114

c. Citra Landsat 8 tahun 2017

Berikut merupakan tabel dari nilai total RMSE citra landsat 8 tahun 2017 seperti pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Tabel RMSE citra Landsat 8 tahun 2017

GCP	<i>Map</i>		<i>Image</i>		<i>Error</i>		RMSE
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	
S	688802,09	9200457,00	2341,57	3862,79	-0,036	0,110	0,115
A	685212,09	9200525,00	2221,71	3860,64	0,069	-0,052	0,086
B	682630,09	9202141,00	2135,71	3806,71	-0,009	-0,018	0,020
C	681752,09	9204333,00	2106,43	3733,57	0,079	0,043	0,090
D	683483,09	9205053,00	2164,29	3709,64	-0,069	0,010	0,070
E	684279,09	9203355,00	2190,64	3766,43	0,073	-0,172	0,187
F	687740,09	9201238,00	2306,17	3836,83	-0,066	0,032	0,074
G	689840,09	9203523,00	2376,17	3760,75	-0,074	0,010	0,075
H	691443,09	9204057,00	2429,50	3742,83	0,015	0,169	0,170
I	694078,09	9204022,00	2517,33	3744,25	0,016	-0,034	0,038
J	696456,09	9202812,00	2596,67	3784,58	0,024	-0,019	0,030
K	696256,09	9201586,00	2590,08	3825,42	0,030	-0,029	0,041
L	694153,09	9202658,00	2519,83	3789,75	0,088	-0,098	0,132
M	691700,09	9202852,00	2438,17	3783,25	-0,047	-0,102	0,112
N	690301,09	9202531,00	2391,58	3793,67	-0,092	0,149	0,175
Total RMSE							0,108

- d. Citra Landsat 8 tahun 2018
- Berikut merupakan tabel dari nilai total RMSE citra landsat 8 tahun 2018 seperti pada Tabel 4.4 berikut:

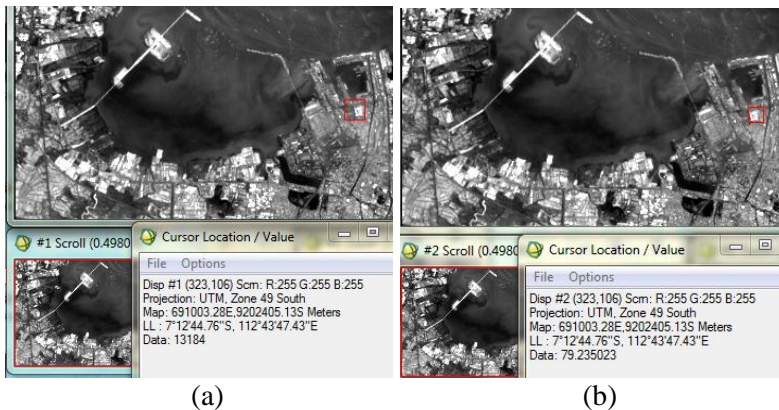
Tabel 4.4 Tabel RMSE citra Landsat 8 tahun 2018

GCP	<i>Map</i>		<i>Image</i>		<i>Error</i>		RMSE
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	
S	688802,09	9200457,00	2261,50	3862,72	-0,005	0,097	0,097
A	685212,09	9200525,00	2141,78	3860,61	-0,005	-0,046	0,046
B	682630,09	9202141,00	2055,83	3806,83	-0,018	0,051	0,089
C	681752,09	9204333,00	2026,68	3733,73	0,066	0,051	0,083
D	683483,09	9205053,00	2084,60	3709,68	-0,099	-0,021	0,101
E	684279,09	9203355,00	2110,84	3766,16	0,051	0,048	0,070
F	687740,09	9201238,00	2226,23	3836,62	-0,102	0,113	0,152
G	689840,09	9203523,00	2296,23	3760,23	0,046	0,051	0,069
H	691443,09	9204057,00	2349,77	3742,31	-0,035	0,005	0,036
I	694078,09	9204022,00	2437,69	3743,31	-0,128	-0,001	0,128
J	696456,09	9202812,00	2516,77	3783,62	0,031	0,135	0,139
K	696256,09	9201586,00	2510,23	3825,00	-0,122	-0,098	0,156
L	694153,09	9202658,00	2439,77	3789,00	0,249	0,022	0,250
M	691700,09	9202852,00	2358,33	3782,78	-0,082	-0,146	0,167
N	690301,09	9202531,00	2311,44	3793,56	0,153	-0,124	0,196
Total RMSE							0,132

Koreksi geometrik dilakukan pada citra tahun 2015, 2016, 2017 dan 2018. Koreksi geometrik citra Landsat 8 menggunakan 15 titik GCP yang tersebar merata dan menghasilkan nilai RMSE berturut-turut sebesar 0,166, 0,114, 0,108 dan 0,132. Batas toleransi untuk nilai kesalahan *RMS Error* adalah 1 piksel, sehingga apabila nilai *RMS Error* lebih dari 1 piksel maka harus dilakukan perhitungan ulang (Purwadhi 2001). Nilai RMSE dari keseluruhan citra tersebut dibawah 1 piksel, sehingga masuk toleransi.

4.5 Koreksi Radiometrik

Kalibrasi radiometrik bertujuan untuk mengubah nilai *Digital Number* (DN) menjadi reflektan atau radian. Koreksi radiometrik Landsat 8 terdiri dari kalibrasi radiometrik dan koreksi atmosfer. Kalibrasi radiometrik bertujuan mengubah nilai DN citra menjadi nilai radian TOA. Sedangkan koreksi atmosfer merubah nilai radian TOA menjadi nilai reflektan BOA. Berikut merupakan citra Landsat 8 yang nilai *digital number*-nya telah dikonversi menjadi radian seperti pada Gambar 4.7 sebagai berikut:



Gambar 4.7 Citra Landsat 8 tahun 2015 (a) Nilai *Digital Number* (b) Nilai Radian

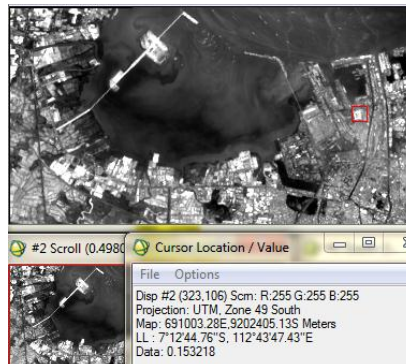
Setelah proses kalibrasi radiometrik selesai, selanjutnya dilakukan proses koreksi atmosfer. Koreksi atmosfer menggunakan metode 6SV (*Second Simulation of the Sensor Signal in the Sensor Spectrum-vector*). Prinsip utama dari koreksi atmosfer 6SV yaitu dengan memasukkan beberapa parameter mengenai tanggal akuisisi citra, model atmosfer, model aerosol, dan *visibility* pada daerah penelitian untuk mendapatkan koefisien x_a , x_b , dan x_c (Vermote 1997). Beberapa parameter tersebut selanjutnya di-input pada website www.6sv.itdri.org.

Berikut merupakan Tabel 4.5 hasil perhitungan parameter xa, xb dan xc citra Landsat 8 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Nilai Parameter xa, xb dan xc citra Landsat 8

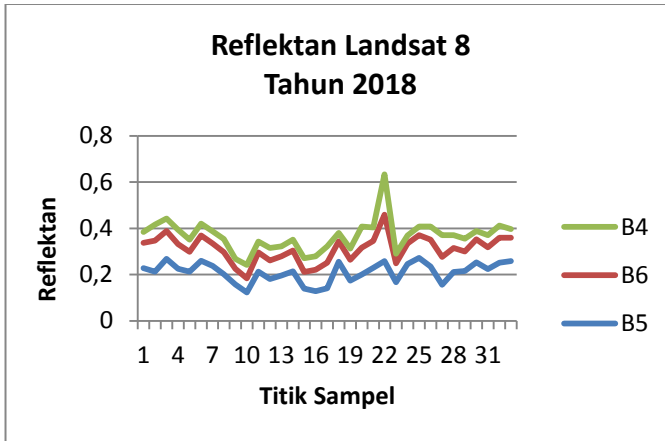
Tahun	Kanal	Parameter		
		xa	xb	xc
2015	4	0,00277	0,06321	0,12752
	5	0,00396	0,03397	0,08684
	6	0,01492	0,00842	0,03402
2016	4	0,00273	0,05939	0,12290
	5	0,00392	0,03161	0,08280
	6	0,01485	0,00778	0,03204
2017	4	0,00285	0,07254	0,13762
	5	0,00405	0,03968	0,09571
	6	0,01502	0,00994	0,03844
2018	4	0,00276	0,07243	0,13762
	5	0,00392	0,03961	0,09571
	6	0,01454	0,00993	0,03844

Berikut merupakan citra Landsat 8 yang telah melalui proses koreksi atmosfer, sehingga telah berhasil dikonversi menjadi nilai reflektan BOA seperti Gambar 4.8 berikut:

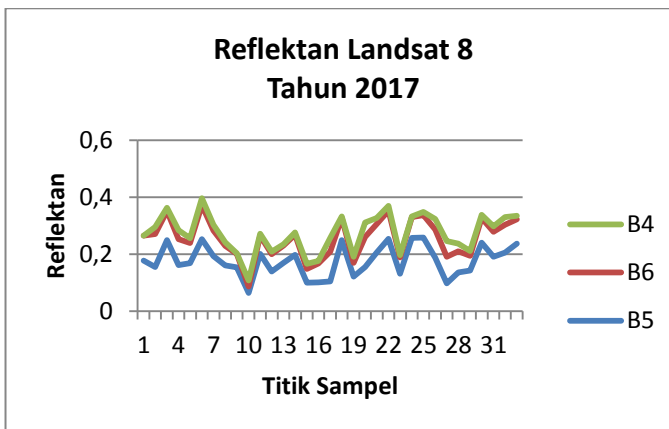


Gambar 4.8 Nilai Reflektan Citra Landsat 8 tahun 2015

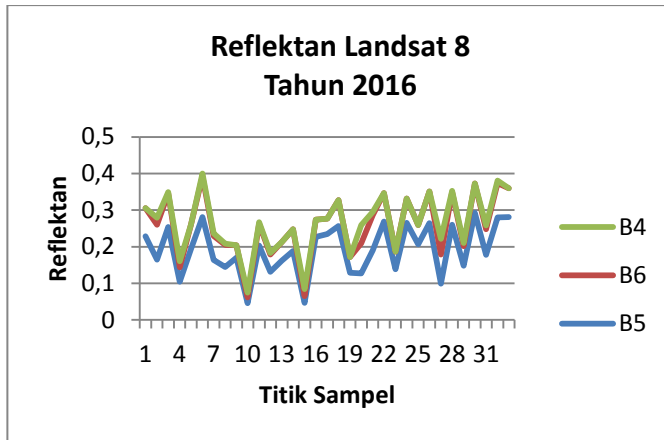
Berikut merupakan grafik nilai reflektan BOA setiap tahun, hasil perhitungan koreksi atmosfer seperti pada Gambar 4.9 s.d. 4.12 berikut:



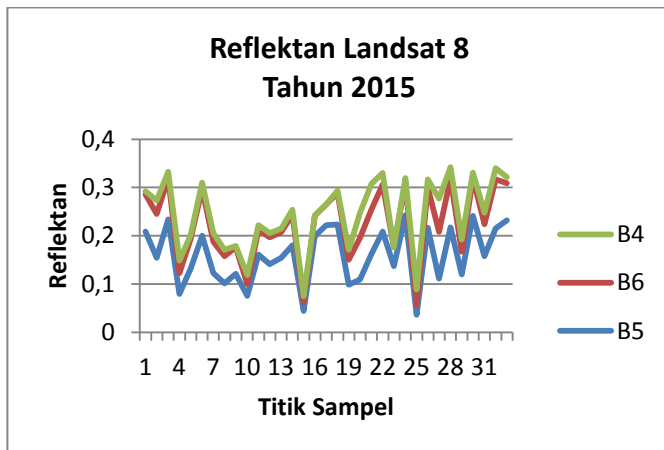
Gambar 4.9 Nilai Reflektan Citra Landsat 8 tahun 2018



Gambar 4.10 Nilai Reflektan Citra Landsat 8 tahun 2017



Gambar 4.11 Nilai Reflektan Citra Landsat 8 tahun 2016



Gambar 4.12 Nilai Reflektan Citra Landsat 8 tahun 2015

4.6 Perhitungan Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi adalah algoritma yang diterapkan terhadap citra satelit, yang akan menonjolkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek lainnya yang berkaitan dengan kerapatan, misalnya biomassa, *Leaf Area Index*

(LAI) serta konsentrasi dari nilai klorofil. Indeks vegetasi ini merupakan metode pendekatan yang bersifat matematis, sehingga hasil yang didapatkan dapat mencerminkan keadaan vegetasi pada saat tertentu. Indeks vegetasi juga dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kerapatan atau kehijauan vegetasi di suatu wilayah.

Indeks vegetasi yang digunakan dalam pengolahan data adalah algoritma NDVI dan SAVI. Rentang nilai algoritma tersebut berkisar antara -1 dan +1, dimana nilai tersebut mencerminkan kondisi, karakteristik dan jenis suatu vegetasi (Ginting, 2004). Nilai indeks vegetasi bernilai positif apabila permukaan vegetasi lebih banyak memantulkan radiasi pada gelombang panjang infra merah dibandingkan dengan cahaya tampak. Apabila indeks vegetasi yang bernilai nol apabila pemantulan energi yang direkam oleh gelombang cahaya tampak sama dengan gelombang infra merah dekat. Sedangkan indeks vegetasi negatif apabila permukaan awan dan air lebih banyak memantulkan energi gelombang cahaya tampak dibandingkan inframerah dekat. Berikut merupakan hasil perhitungan masing-masing indeks vegetasi tersebut:

4.6.1 NDVI

Salah satu transformasi indeks vegetasi pada penelitian ini adalah NDVI. NDVI merupakan indeks vegetasi yang paling sering digunakan. NDVI dapat digunakan untuk mengukur kesehatan dan kerapatan vegetasi (Chen dan Brutsaert 1998). Berikut adalah nilai min, max, dan standar deviasi NDVI pada setiap citra seperti Tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Perhitungan Nilai NDVI Citra Landsat 8

Tahun	NDVI		
	Min	Max	Standart Deviasi
2015	-1,000	1,000	0,328
2016	-1,000	1,000	0,699

Tahun	NDVI		
	Min	Max	Standart Deviasi
2017	-1,000	1,000	0,323
2018	-0,038	0,821	0,192

4.6.2 SAVI

SAVI merupakan salah satu indeks vegetasi yang mirip dengan NDVI, namun lebih menekankan efek dari piksel tanah. SAVI menggunakan faktor penyesuaian kanopi latar belakang tanah (L), yang merupakan fungsi dari kerapatan vegetasi. Nilai $L=0,5$ merupakan nilai optimal. Berikut merupakan hasil perhitungan min, max dan standar deviasi SAVI pada masing-masing citra seperti pada Tabel 4.7 berikut:

Tabel 4. 7 Perhitungan Nilai SAVI Citra Landsat 8

Tahun	SAVI		
	Min	Max	Standart Deviasi
2015	-0,069	0,557	0,148
2016	-0,132	0,622	0,197
2017	-0,071	0,593	0,153
2018	-0,014	0,499	0,121

4.7 Klasifikasi Citra

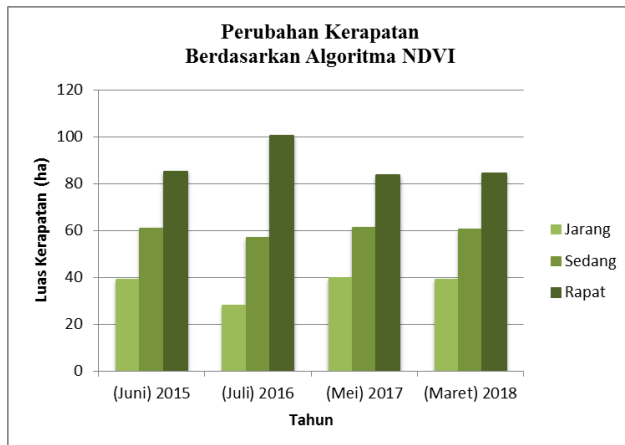
Citra Landsat 8 diklasifikasi berdasarkan nilai rentang indeks vegetasi yang didapat dari perhitungan algoritma. Klasifikasi citra membagi kelas kerapatan berdasarkan rentang nilai NDVI dan SAVI. Hasil klasifikasi tersebut terbagi menjadi empat kelas yang terdiri dari kelas non mangrove, mangrove rapat, mangrove sedang dan mangrove jarang. Berikut adalah hasil perhitungan luas kerapatan mangrove menggunakan klasifikasi citra berdasarkan algoritma NDVI seperti Tabel 4.8 dan Tabel 4.9 berikut:

Tabel 4. 8 Luas Kerapatan Mangrove berdasarkan Algoritma NDVI

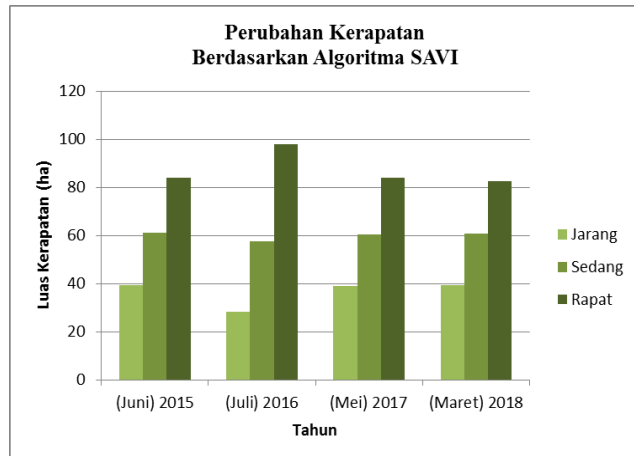
Tahun	Luas Kerapatan (ha)			Luas Total
	Jarang	Sedang	Rapat	
2015	38,79	60,84	85,14	184,77
2016	27,63	56,79	100,17	184,59
2017	39,51	61,20	83,43	184,14
2018	38,97	60,21	84,42	183,60

Tabel 4. 9 Luas Kerapatan Mangrove berdasarkan Algoritma SAVI

Tahun	Luas Kerapatan (ha)			Luas Total
	Jarang	Sedang	Rapat	
2015	39,24	61,20	83,97	184,41
2016	28,44	57,60	98,10	184,14
2017	39,15	60,48	83,88	183,51
2018	39,51	60,84	82,62	182,97

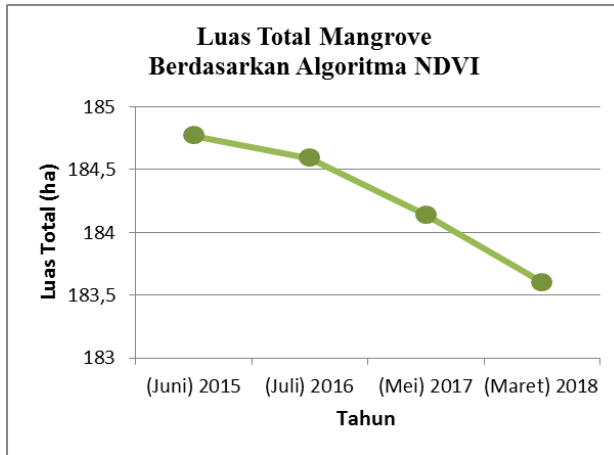


Gambar 4.13 Luas Kerapatan berdasarkan Algoritma NDVI

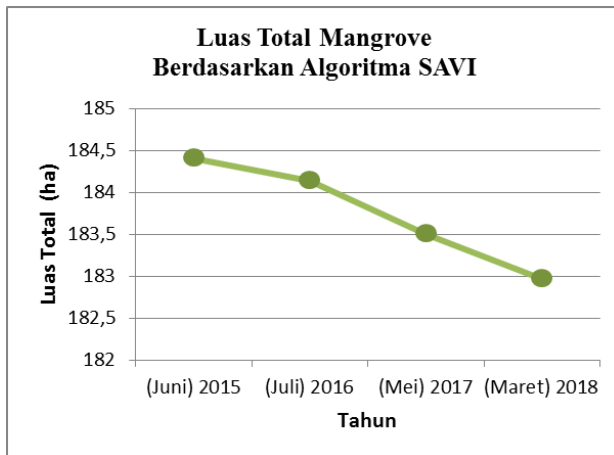


Gambar 4. 14 Luas Kerapatan berdasarkan Algoritma SAVI

Berdasarkan grafik perubahan luasan berdasarkan algoritma indeks vegetasi NDVI pada Gambar 4.13, kerapatan mangrove pada setiap tahun mengalami perubahan. Kerapatan mangrove rapat paling tertinggi adalah saat tahun 2016 yakni seluas 100,17 hektar dan kerapatan rapat paling rendah adalah pada tahun 2017 seluas 83,43 hektar. Sedangkan untuk kerapatan sedang paling tinggi terjadi pada tahun 2017 seluas 61,20 hektar dan terendah pada tahun 2016 yakni 56,79. Untuk kerapatan rendah paling tinggi adalah 2017 seluas 39,51 hektar dan paling rendah tahun 2016 seluas 27,63 hektar. Sedangkan menurut grafik perubahan luasan berdasarkan algoritma indeks vegetasi SAVI pada Gambar 4.14, Kerapatan mangrove rapat paling tertinggi adalah saat tahun 2016 yakni seluas 98,10 hektar dan kerapatan rapat paling rendah adalah pada tahun 2018 seluas 82,62 hektar. Sedangkan untuk kerapatan sedang paling tinggi terjadi pada tahun 2015 seluas 61,20 hektar dan terendah pada tahun 2016 yakni 57,60. Untuk kerapatan rendah paling tinggi adalah 2018 seluas 39,51 hektar dan paling rendah tahun 2016 seluas 28,44 hektar.



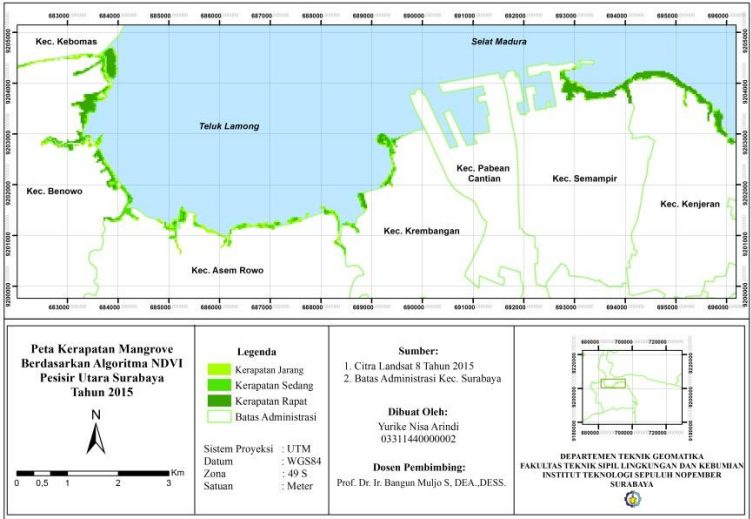
Gambar 4. 15 Hasil Luas Total Kerapatan Berdasarkan Algoritma NDVI



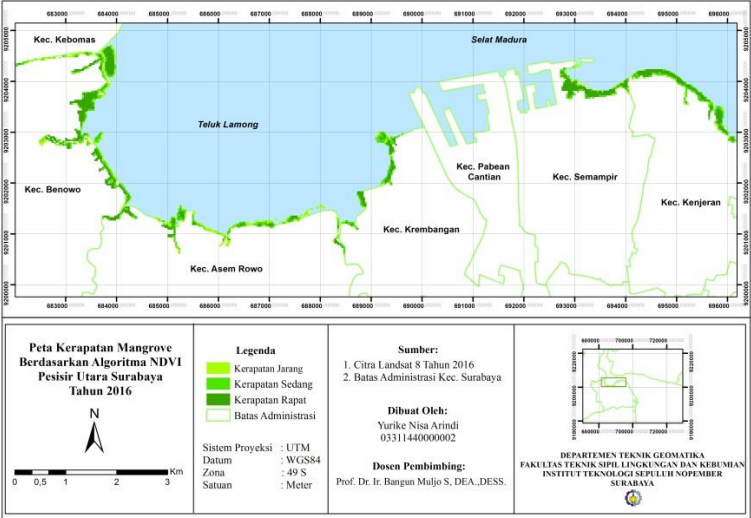
Gambar 4. 16 Hasil Luas Total Kerapatan Berdasarkan Algoritma SAVI

Berdasarkan grafik perubahan luas total mangrove pada Gambar 4.15 dan Gambar 4.16, luas kerapatan dari tahun ke tahun menunjukkan adanya perubahan kerapatan mangrove. Selama tahun 2016-2018, luas total mangrove Pesisir Utara terus mengalami penurunan luas kerapatan. Terjadi perbedaan luasan antar indeks vegetasi yang digunakan. Berdasarkan klasifikasi NDVI pada tahun 2016-2018 didapatkan luas kerapatan berturut-turut sebesar 184,59, 184,14 dan 183,60 hektar. Total perubahan luas mangrove selama tahun 2015-2018 berdasarkan algoritma NDVI sebesar 1,17 hektar. Sedangkan klasifikasi algoritma SAVI didapatkan luasan sebesar 184,14, 183,51 dan 182,97 hektar. Total perubahan luas mangrove selama tahun 2015-2018 berdasarkan algoritma SAVI sebesar 1,44 hektar. Perubahan kerapatan ini disebabkan oleh adanya perubahan fungsi hutan mangrove menjadi lahan tambak, kawasan industri, pembangunan pelabuhan baru serta pergudangan yang dapat mengancam keberadaan ekosistem mangrove di sana (Ratnasari 2017).

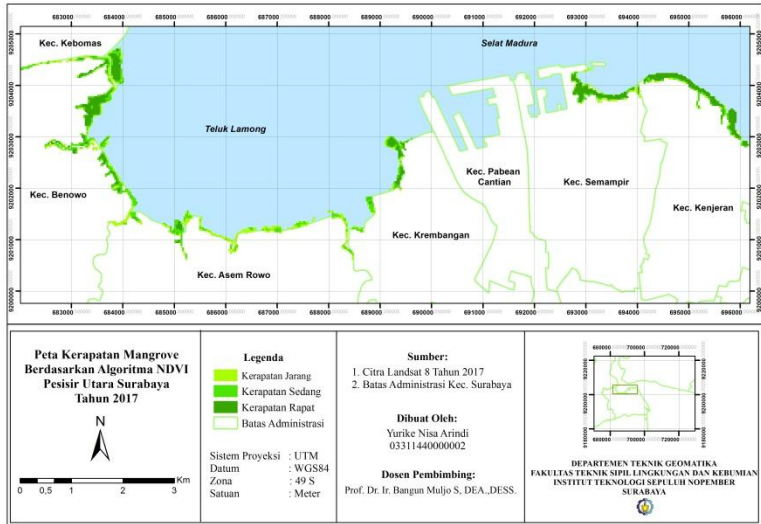
Peta yang dihasilkan merupakan peta kerapatan mangrove berdasarkan algoritma indeks vegetasi pada skala 1:50.000 pada kertas A4. Berikut merupakan hasil peta kerapatan mangrove berdasarkan algoritma NDVI dan SAVI selama tahun 2015, 2016, 2017 dan 2018 seperti Gambar 4.17 s.d 4.20 dan Gambar 4.21 s.d Gambar 4.24 berikut:



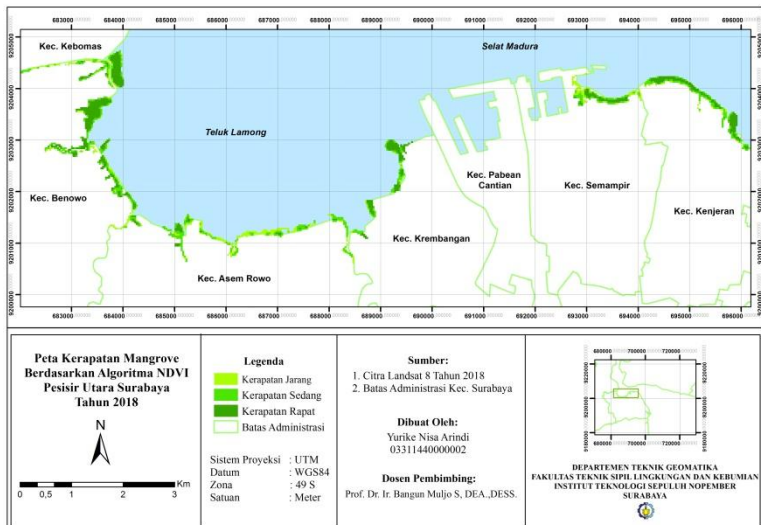
Gambar 4.17 Peta Kerapatan Mangrove Berdasarkan Algoritma NDVI tahun 2015



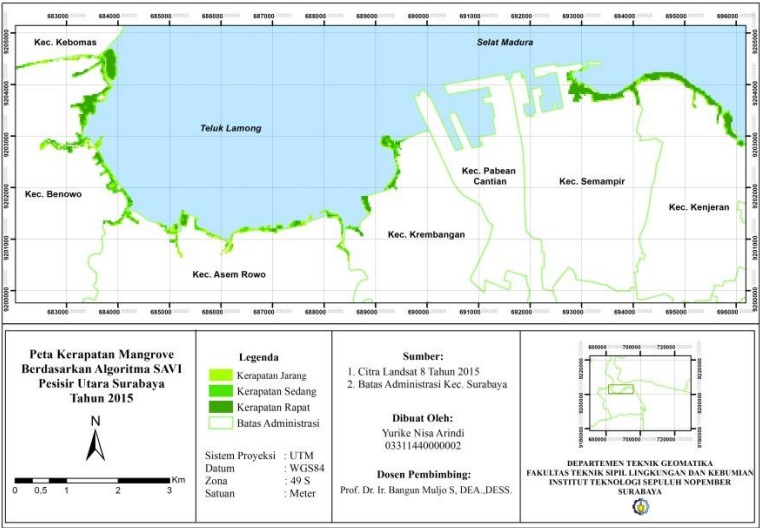
Gambar 4.18 Peta Kerapatan Mangrove Berdasarkan Algoritma NDVI tahun 2016



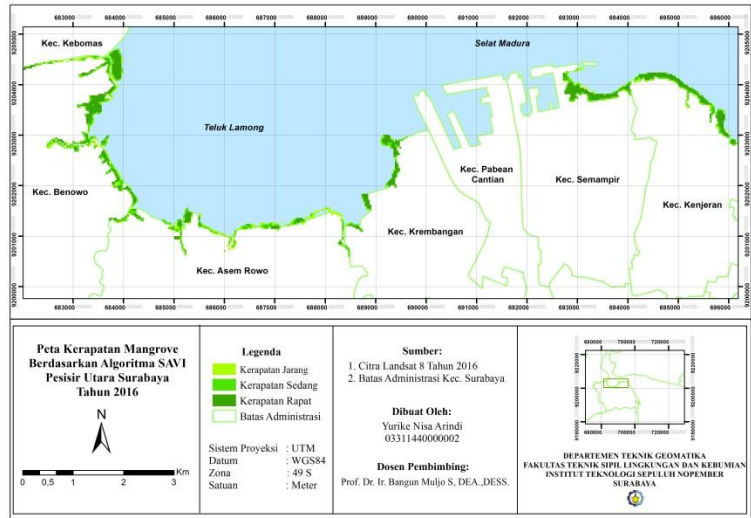
Gambar 4.19 Peta Kerapatan Mangrove Berdasarkan Algoritma NDVI tahun 2017



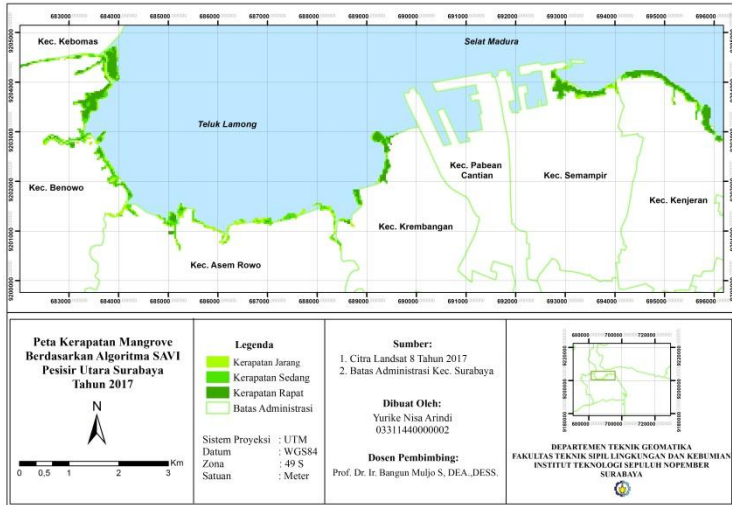
Gambar 4.20 Peta Kerapatan Mangrove Berdasarkan Algoritma NDVI tahun 2018



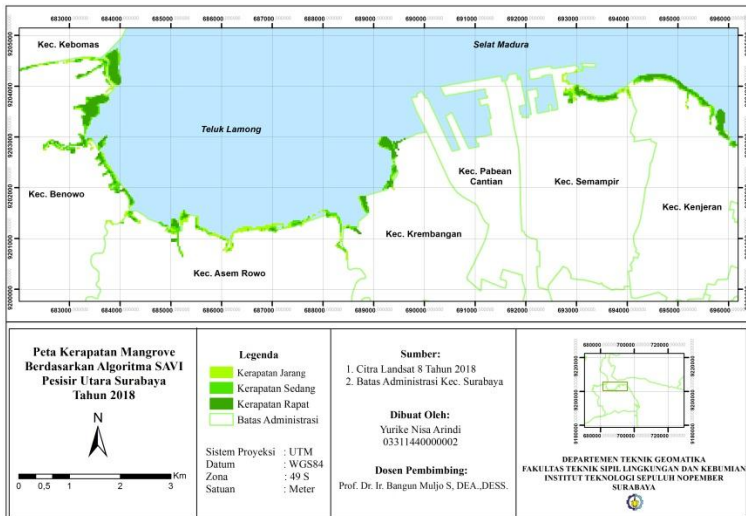
Gambar 4.21 Peta Kerapatan Mangrove Berdasarkan Algoritma SAVI tahun 2015



Gambar 4.22 Peta Kerapatan Mangrove Berdasarkan Algoritma SAVI tahun 2016



Gambar 4.23 Peta Kerapatan Mangrove Berdasarkan Algoritma SAVI tahun 2017



Gambar 4.24 Peta Kerapatan Mangrove Berdasarkan Algoritma SAVI tahun 2018

4.8 Uji Akurasi

Untuk mengetahui tingkat ketelitian pemetaan pada saat melakukan klasifikasi maka harus dilakukan uji akurasi. Uji ketelitian klasifikasi dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya menggunakan tabel matrik kesalahan (*confusions matrix*). Matriks ini membandingkan titik sampel kerapatan yang didapat dari survey lapangan dengan citra yang sudah terklasifikasi. Pada penelitian ini, dilakukan survei lapangan sebanyak 34 titik sampel di Pesisir Utara Surabaya. Menurut Perka BIG No. 3 Tahun 2014, klasifikasi citra dianggap benar apabila hasil perhitungan *Overall Accuracy* $\geq 70\%$ (Perka BIG No. 3 Tahun 2014), sehingga klasifikasi telah masuk toleransi.

Berikut merupakan perhitungan Matriks Kesalahan pada klasifikasi berdasarkan algoritma indeks vegetasi NDVI dan SAVI sesuai Tabel 4.10 dan Tabel 4.11 berikut:

Tabel 4.10 Matriks Kesalahan berdasarkan Algoritma NDVI

Kelas	M. Rapat	M. Sedang	M. Jarang	Non Mangrove	Jumlah Benar	Total	Komisi
Mangrove Rapat	8	0	0	0		8	0
Mangrove Sedang	0	17	0	2		19	2
Mangrove Jarang	0	0	5	0		5	0
Non Mangrove	0	0	0	2		2	0
Jumlah Benar					32		
Total	8	17	5	4			
Omisi	0	0	0	2			
<i>Overall Accuracy</i>	94,12						

Tabel 4.11 Matriks Kesalahan berdasarkan Algoritma SAVI

Kelas	M. Rapat	M. Sedang	M. Jarang	Non Mangrove	Jumlah Benar	Total	Komisi
Mangrove Rapat	8	2	0	0		7	0
Mangrove Sedang	0	15	0	2		17	3
Mangrove Jarang	0	0	5	0		8	2
Non Mangrove	0	0	0	2		2	0
Jumlah Benar					30		
Total	8	16	6	4			
Omisi	1	2	0	2			
Overall Accuracy	88,24						

Dari hasil klasifikasi yang telah dilakukan sebelumnya dan validasi data di lapangan, selanjutnya dihitung keakuratan pemetaan tersebut menggunakan matriks kesalahan (*confussion matrix*) seperti Tabel 4.10 dan 4.11. Berdasarkan hasil uji klasifikasi nilai NDVI pada Tabel 4.10 didapatkan nilai *Overall Accuracy* sebesar 94,12%. Sedangkan SAVI sebesar 88,24% seperti Tabel 4.11. Hasil uji klasifikasi pada kedua algoritma, menunjukkan hasil *Overall Accuracy* lebih dari 70% sehingga hasil klasifikasi citra ini dapat digunakan untuk proses selanjutnya.

4.9 Hubungan Korelasi Indeks Vegetasi Citra dengan *Spectral Ground*

Hubungan antara nilai indeks vegetasi citra dengan data *spectral ground* foto udara dapat menggunakan uji korelasi. Pengambilan data *spectral ground* menggunakan kamera NIR dengan kanal RGNir. Data *spectral ground* ini digunakan untuk mengecek prosentase kondisi lapangan. Pengambilan titik sampel dilakukan di 3 titik yang berada di

daerah Romokalisari. Pengambilan sampel ini dilakukan pada tanggal 24 Maret 2018. Berikut merupakan hasil perhitungan NDVI citra dan NDVI foto sesuai Tabel 4.12 berikut:

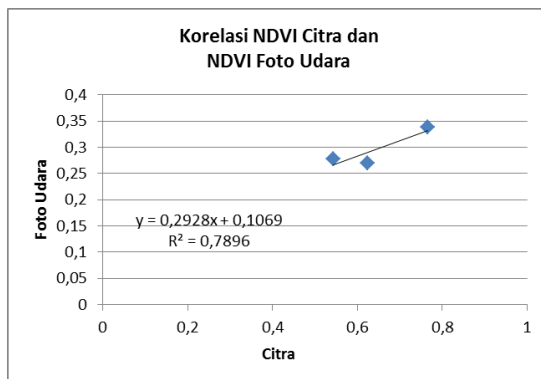
Tabel 4.12 Data NDVI Citra Landsat 8 dengan NDVI Foto Udara

Titik	Koordinat		NDVI	NDVI
	Timur (m)	Utara (m)	Citra	Foto
F1	683505,00	9203815,00	0,543	0,279
F2	683655,00	9203845,00	0,623	0,269
F3	683655,00	9203815,00	0,767	0,338

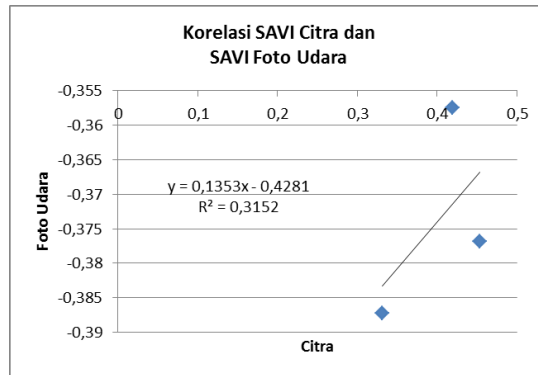
Tabel 4.13 Data SAVI Citra Landsat 8 dengan SAVI Foto Udara

Titik	Koordinat		SAVI	SAVI
	Timur (m)	Utara (m)	Citra	Foto
F1	683505,00	9203815,00	0,419	-0,357
F2	683655,00	9203845,00	0,331	-0,387
F3	683655,00	9203815,00	0,453	-0,377

Berdasarkan hasil perhitungan indeks vegetasi pada Tabel 4.12 dan 4.13 didapatkan hubungan korelasi kedua variabel seperti Gambar 4.25 dan Gambar 4.26 berikut:



Gambar 4.25 Korelasi NDVI Citra Landsat 8 dengan NDVI Foto Udara



Gambar 4.26 Korelasi SAVI Citra Landsat 8 dengan SAVI Foto Udara

Berdasarkan grafik pada Gambar 2.25 diatas, didapatkan korelasi antara NDVI Citra Landsat 8 dengan data *spectral ground* foto udara yang berkorelasi (R) sebesar 0,89. Sedangkan korelasi (R) SAVI citra dengan foto sebesar 0,56. Korelasi ini termasuk dalam korelasi sedang (0,40-0,599) (Sugiyono 2008). Korelasi bertanda positif satu arah, sehingga jika nilai NDVI dan SAVI tinggi, begitu juga *spectral ground*. Hal ini disebabkan oleh pengukuran penginderaan jauh yang tentunya tidak seteliti pengukuran lapangan secara langsung.

4.10 Hubungan Korelasi Indeks Vegetasi dengan Kerapatan Jenis

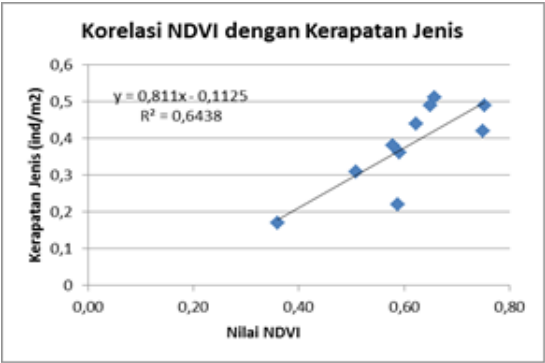
Validasi data dilakukan dengan perhitungan kerapatan di lapangan dengan metode sampel plot pada 10 titik (di kawasan Romokalisari dan Tambak Wedi). Metode ini dilakukan dengan pemilihan titik secara acak (*random*) dengan ukuran sampel plot sebesar 10x10 meter. Data yang diambil berupa jumlah tegakan tiap plot. Tegakan yang diperbolehkan adalah tegakan dengan diameter pohon >10 cm. Selanjutnya nilai kerapatan akan dikorelasikan dengan algoritma indeks vegetasi untuk mengetahui hubungannya.

Berikut merupakan data hasil perhitungan kerapatan jenis dan indeks vegetasi pada tiap plot seperti Tabel 4.14 berikut:

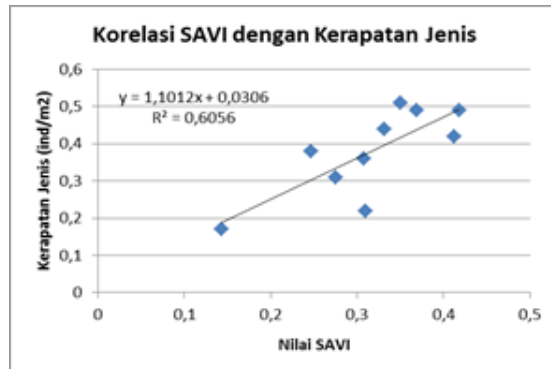
Tabel 4.14 Data Indeks Vegetasi dan Kerapatan Jenis Lapangan

Plot	Koordinat		NDVI	SAVI	Kerapatan Jenis (ind/m ²)
	Timur (m)	Utara (m)			
1	696098,379	9202830,639	0,658	0,349	0,51
2	696039,311	9202829,951	0,508	0,275	0,31
3	695640,345	9203402,295	0,579	0,247	0,38
4	695706,947	9203598,168	0,359	0,143	0,17
5	683430,481	9203766,366	0,591	0,308	0,36
6	683345,543	9203762,933	0,588	0,310	0,22
7	683514,438	9203742,322	0,750	0,412	0,42
8	683677,273	9203828,613	0,622	0,331	0,44
9	683554,678	9203797,988	0,650	0,369	0,49
10	683554,947	9203770,912	0,753	0,419	0,49

Berikut merupakan hasil korelasi antara nilai NDVI dan SAVI dengan kerapatan jenis seperti Gambar 4.27 dan Gambar 4.28 berikut:



Gambar 4.27. Korelasi NDVI dengan Kerapatan Jenis



Gambar 4.28. Korelasi SAVI dengan Kerapatan Jenis

Dari perhitungan regresi linier diperoleh nilai R^2 pada indeks vegetasi dengan parameter kerapatan jenis. Hasil korelasi NDVI dengan sampel kerapatan jenis menunjukkan bahwa nilai koefisien korelasi (R) antara nilai NDVI dan data lapangan sebesar 0,80. Sedangkan korelasi SAVI sebesar 0,77. Sehingga dapat dikatakan antara nilai hasil prediksi dan hasil pengukuran lapangan berkorelasi sebesar 80%. Dan 77%. Hal ini menunjukkan korelasi yang sangat kuat (0,80–1,00) (Sugiyono 2007). Sehingga kedua algoritma tersebut dapat digunakan untuk *monitoring* kerapatan mangrove.

4.11 Hubungan Korelasi Indeks Vegetasi dengan Sampel Air

Beberapa faktor yang mempengaruhi kerapatan dan kesehatan mangrove antara lain salinitas dan pH. Pengambilan sampel air dilakukan di 3 titik pada tiap stasiun. Pengambilan sampel mewakili tiap zona. Lokasi pengambilan sampel berada dikawasan Romokalisari dan Tambak Wedi. Pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 20 Maret 2018. Berikut merupakan data hasil pengambilan sampel lapangan yakni salinitas dan pH pada Tabel 4.15 dan Tabel 4.16 berikut:

Tabel 4.15 Data Sampel Salinitas sesuai Kriteria Baku Mutu Air Laut

Titik Plot	Koordinat		Salinitas (ppt)	Baku Mutu (ppt)	Ket.
	Timur (m)	Utara (m)			
1	696098,37	9202830,64	20,80	s/d34	Ya
3	695640,35	9203402,29	20,20	s/d34	Ya
4	695706,95	9203598,17	19,90	s/d34	Ya
5	683430,48	9203766,37	5,00	s/d34	Ya
6	683345,54	9203762,93	4,00	s/d34	Ya
10	683554,95	9203770,91	6,00	s/d34	Ya

Tabel 4.16 Data Sampel pH sesuai Kriteria Baku Mutu Air Laut

Titik Plot	Koordinat		pH	Baku Mutu	Ket.
	Timur (m)	Utara (m)			
1	696098,37	9202830,64	7,35	7-8,5	Ya
3	695640,35	9203402,29	7,70	7-8,5	Ya
4	695706,95	9203598,17	7,60	7-8,5	Ya
5	683430,48	9203766,37	7,30	7-8,5	Ya
6	683345,54	9203762,93	7,40	7-8,5	Ya
10	683554,95	9203770,91	7,30	7-8,5	Ya

Dari hasil pengukuran lapangan, didapatkan nilai salinitas air yang nilainya berada pada rentang 4,0-5,0 ppt di stasiun Romokalisari dan 19,90-20,8 ppt di stasiun Tambak Wedi. Semua nilai tersebut masih berada dalam toleransi nilai baku mutu air laut yang diperbolehkan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Kualitas Air Laut yakni s.d 34 ppt. Sedangkan rentang nilai pH berada pada 7,30-7,40 di stasiun Romokalisari dan 7,35-7,70 di stasiun Tambak Wedi, sehingga nilai tersebut masih diperbolehkan karena berada pada rentang 7,0-8,5.

Untuk mengetahui kekuatan (hubungan) antar dua variabel, diperlukan perhitungan analisis korelasi dengan metode regresi linier. Berikut merupakan hubungan antara nilai NDVI dan SAVI dengan sampel parameter lapangan (salinitas dan pH) pada Tabel 4.17 berikut:

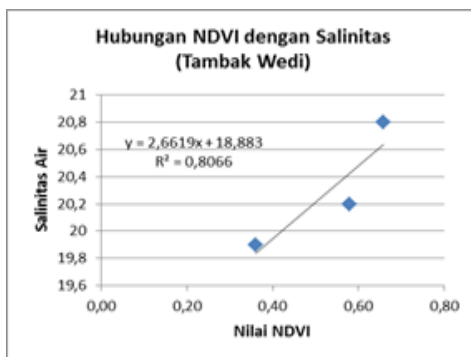
Tabel 4.17 Data Hasil Pengukuran Sampel Salinitas dan pH Air

Lokasi	Plot	Indeks Vegetasi		Sampel Air	
		NDVI	SAVI	Salinitas (ppt)	pH
Stasiun I. Tambak Wedi	1	0,658	0,349	20,80	7,35
	3	0,579	0,247	20,20	7,70
	4	0,359	0,143	19,90	7,60
	5	0,591	0,308	5,00	7,30
Stasiun II. Romokalisari	6	0,588	0,310	4,00	7,40
	10	0,753	0,419	6,00	7,30

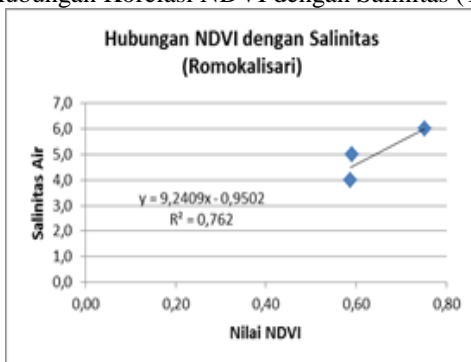
Pengukuran sampel di lapangan berada di dua lokasi yakni Tambak Wedi dan Romokalisari. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan karakteristik lingkungan disetiap lokasi. Dari hasil pengukuran sampel air di lapangan, didapatkan data hasil pengukuran salinitas yang bervariasi antara 4,0-5,0 ppt di stasiun Romokalisari dan 19,90-20,8 ppt di stasiun Tambak Wedi. Nilai salinitas ini merupakan kisaran optimal untuk pertumbuhan mangrove, karena mangrove dapat tumbuh baik dengan struktur vegetasi tertentu pada salinitas s.d 34 ppt sesuai Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 51 Tahun 2004. Pada plot 1 di stasiun Tambak Wedi, NDVI dan SAVI memiliki nilai tertinggi karena plot 1 di dominasi oleh jenis *Rhizophora Mucronata*. Hal ini dikarenakan daunnya memiliki karakteristik lebar, tebal dan berwarna hijau cerah sehingga memiliki kandungan klorofil yang lebih banyak. Nilai

salinitas di Tambak Wedi tertinggi berada pada plot 1, karena lokasi plot ini berbatasan langsung dengan laut. Sedangkan plot 4 memiliki salinitas terendah, karena lokasinya tidak secara langsung berbatasan dengan laut tetapi masih terpengaruh aktifitas pasang surut air laut. Sedangkan salinitas di stasiun Romokalisari terbesar berada di plot 10, karena lokasinya lebih dekat dengan laut sehingga kadar garamnya lebih tinggi daripada plot 6 yang berada di dekat daratan. Plot 10 didominasi oleh *Rhizophora Stylosa*. Hal ini disebabkan oleh karakteristik *Rhizophora Stylosa* yang memiliki daun lebar, sehingga memiliki kandungan klorofil yang tinggi sehingga diterima oleh sensor lebih banyak. Sedangkan nilai pH bervariasi antara 7,30-7,40 di stasiun Romokalisari dan 7,3-7,70 di stasiun Tambak Wedi. Nilai pH di kedua lokasi tidak banyak berbeda, karena dibawah tegakan *Rhizophora sp.* Tingginya nilai pH berkaitan dengan jumlah oksigen terlarut (Indica 2010). Perbedaan nilai salinitas dan pH tersebut dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik lingkungan.

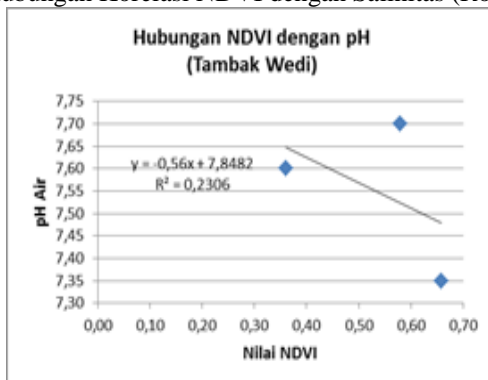
Indeks vegetasi merupakan salah satu algoritma yang digunakan untuk mengindikasikan kondisi kesehatan hingga kerapatan vegetasi. Sedangkan sampel sampel air salinitas dan pH merupakan salah satu faktor lingkungan. Faktor lingkungan tersebut dapat mempengaruhi ekosistem mangrove. Berikut merupakan hasil uji korelasi antara indeks vegetasi NDVI dengan sampel parameter (salinitas dan pH) pada masing-masing lokasi seperti pada Gambar 4.29 s.d. Gambar 4.32 berikut:



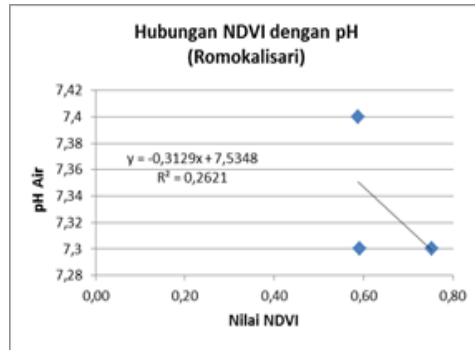
Gambar 4.29 Hubungan Korelasi NDVI dengan Salinitas (Tambak Wedi)



Gambar 4.30 Hubungan Korelasi NDVI dengan Salinitas (Romokalisari)



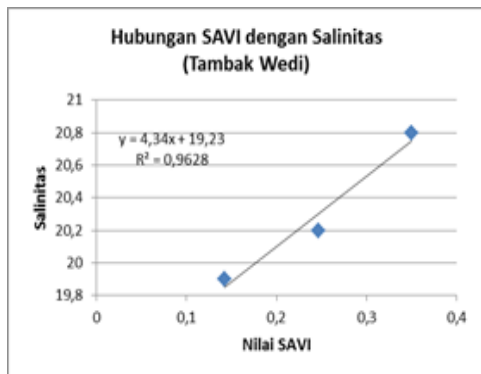
Gambar 4.31 Hubungan Korelasi NDVI dengan pH (Tambak Wedi)



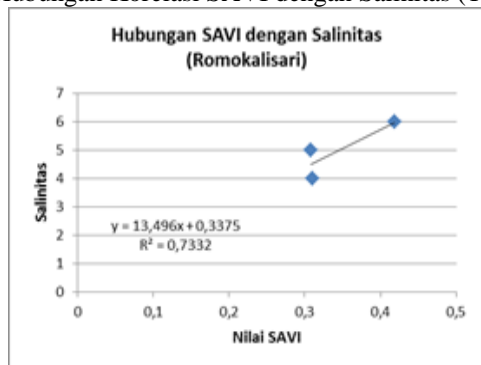
Gambar 4. 32 Hubungan Korelasi NDVI dengan pH (Romokalisari)

Hasil uji korelasi antara algoritma NDVI dengan sampel parameter salinitas di Tambak Wedi dan Romokalisari memiliki hubungan sangat kuat yakni 0,90 dan 0,87. Hubungan korelasi tersebut bernilai positif, yang berarti semakin tinggi nilai NDVI citra maka nilai salinitas juga semakin tinggi. Sedangkan korelasi NDVI dan pH di Tambak Wedi dan Romokalisari sebesar -0,48 dan -0,50. Nilai tersebut menunjukkan hubungan korelasi negatif antara NDVI dan pH. Sehingga salinitas merupakan salah satu parameter yang berhubungan erat dengan kerapatan.

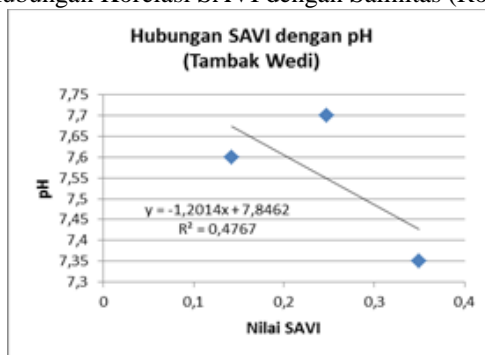
Sedangkan untuk hasil uji korelasi antara indeks vegetasi SAVI dengan sampel parameter (salinitas dan pH) seperti Gambar 4.33 sampai Gambar 4.36 berikut:



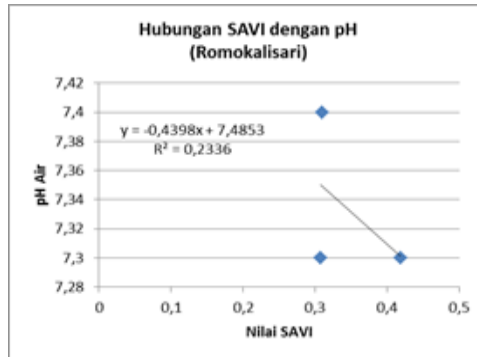
Gambar 4.33 Hubungan Korelasi SAVI dengan Salinitas (Tambak Wedi)



Gambar 4.34 Hubungan Korelasi SAVI dengan Salinitas (Romokalisari)



Gambar 4.35 Hubungan Korelasi SAVI dengan pH (Tambak Wedi)



Gambar 4.36 Hubungan Korelasi SAVI dengan pH (Romokalisari)

Nilai korelasi SAVI dengan salinitas tertinggi terdapat di stasiun Tambak Wedi yakni sebesar 0,97. Sedangkan di Romokalisari juga berkorelasi tinggi yakni 0,85. Sehingga hubungan korelasi antara SAVI dengan salinitas positif, artinya apabila nilai SAVI tinggi begitu pula salinitasnya. Untuk korelasi nilai SAVI dan pH menunjukkan hubungan negatif pada stasiun Tambak Wedi dan Romokalisari yakni -0,67 dan -0,47. Hal ini dipengaruhi oleh karakter lingkungan tersebut. Hubungan negatif ini menunjukkan hubungan yang berkebalikan antara SAVI dan pH.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data tugas akhir ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- a. Ekosistem mangrove yang ada di pesisir utara Surabaya terus mengalami penurunan luasan sejak tahun 2015-2018. Dari hasil perhitungan klasifikasi NDVI, luas mangrove berturut-turut sebesar 184,77, 184,59, 184,14 dan 183,60 hektar dan SAVI sebesar 184,41, 184,14, 183,51 dan 182,97 hektar. Total perubahan luas mangrove selama tahun 2015-2018 berdasarkan algoritma NDVI sebesar 1,17 hektar dan SAVI seluas 1,44 hektar.
- b. Uji validasi menunjukkan hasil korelasi NDVI dan kerapatan jenis berkorelasi sebesar 0,80, sedangkan SAVI berkorelasi sebesar 0,78. Sedangkan hubungan korelasi indeks vegetasi dengan *spectral ground* tertinggi adalah algoritma NDVI yakni sebesar 0,89 dan SAVI sebesar 0,56. Hal tersebut menunjukan bahwa transformasi indeks vegetasi NDVI merupakan yang paling sesuai untuk diterapkan di daerah tersebut.
- c. Untuk uji korelasi indeks vegetasi dengan sampel air, sampel salinitas berkorelasi lebih baik bila dibandingkan pH. Salinitas berkorelasi positif dengan indeks vegetasi, artinya semakin tinggi nilai NDVI maka salinitas semakin tinggi. Korelasi yang dihasilkan pH bertanda negatif, artinya apabila nilai indeks vegetasi tinggi, nilai pH sebaliknya. Sehingga parameter sampel air yang berhubungan dengan kerapatan adalah salinitas.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan pada hasil penelitian ini antara lain:

- a. Citra yang digunakan dalam penelitian ini memiliki resolusi spasial 30 x 30 m, sehingga untuk mendapatkan hasil yang lebih baik harus menggunakan citra yang memiliki resolusi tinggi. Hal ini akan mempengaruhi hasil klasifikasi.
- b. Pilih citra yang memiliki tutupan awan sedikit ($<30\%$) di daerah penelitian, karena hal tersebut akan mempengaruhi hasil klasifikasi.
- c. Sebaiknya pengambilan sampel lapangan, parameter yang digunakan lebih banyak jenisnya agar semakin mendukung hasil penelitian mengenai kerapatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z. 2002. Survei dengan GPS. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Akbar, Ali. 2005. *Menggunakan SPSS bagi Peneliti Pemula*. Cetakan pertama. Bandung: M2S.
- Aksornkoe, S. 1993. Ecology and Management of Mangrove. IUCN. Bangkok: Thailand.
- Arhatin, R.E. 2007. Pengkajian Algoritma Indeks Vegetasi dan Metode Klasifikasi Mangrove dari Data Satelit Landsat-5 TM dan Landsat-7 ETM+ (Studi Kasus di Kabupaten Berau, Kalimantan Timur). Bogor: Sekolah Pasca Sarjana IPB.
- Arief, A. 2003. Hutan Mangrove Fungsi dan Manfaatnya. Yogyakarta: Kanisius.
- Badan Perencanaan dan Pembangunan Kota. Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Kota Surabaya 2010. Surabaya: Pemerintah Kota Surabaya.
- Badan Informasi Geospasial. 2014. Peraturan Kepala BIG No. 3 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Pengumpulan dan Pengolahan Data Geospasial Mangrove. Jakarta: Badan Informasi Geospasial.
- Bengen, D.G. 2001. Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Bogor : Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan- Institut Pertanian Bogor.
- Campbell J.B., dan Wynne R.H. 2011. Introduction to Remote Sensing (5th Ed.). New York: The Guilford Press
- Chen, D., dan W. Brutsaert. 1998. Satellite-sensed Distribution and Spatial Patterns of Vegetation Parameters Over a Tallgrass Prairie, J. Atmos. Sci., 55(7), 1225-1238.
- Curran, P.J. 1985. Principle of Remote Sensing. New York: John Willy & Son.
- Dahuri, R., J.R., S.P.G., dan M.J.S. 2008. Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan secara Terpadu, Cetakan keempat. Jakarta: Pradnya Paramita.

- Danoedoro, P. 1996. Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh. Yogyakarta: Fakultas Geografi, Universitas Gajah Mada.
- Departemen Kehutanan. 2003. Buku Panduan Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Departemen Kehutanan.
- Ekadinata, A. 2008. Sistem Informasi Geografis untuk Pengelolaan Bentang Lahan Berbasis Sumber Daya Alam - Buku 1 Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh Menggunakan ILWIS Open Source. Bogor: World.
- Faizal, A., dan M.A.A. 2005. "Model Transformasi Indeks Vegetasi yang Efektif untuk Prediksi Kerapatan Mangrove Rhizophora Mukronata". Dalam Proceeding Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV, 14-15 September. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ginting, Edina E BR. 2004. Pemantauan Liputan Vegetasi Menggunakan Citra Satelit NOAA-AVHRR (Studi Kasus P.jawa dan Madura). Tugas Akhir Fakultas Kehutanan. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Hidayah, Z. dan D.B.W. 2013. "Analisa Temporal Perubahan Luas Hutan Mangrove di Kabupaten Sidoarjo dengan Memanfaatkan Data Citra Satelit". Jurnal Bumi Lestari Vol. 13, 2 Agustus 2013. Madura.
- Hadi, D. W. 2017. "Miliki 23% Ekosistem Mangrove Dunia, Indonesia Tuan Rumah Konferensi Internasional Mangrove 2017". <URL: <http://ppid.menlhk.go.id>>. Dikunjungi pada tanggal 1 Desember 2017.
- Huete, A. R. 1988. "A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI)". Remote Sensing of Environment, 25.pp. 53-70.
- Indica, M. 2010. Perubahan Luasan Mangrove dengan Teknik Penginderaan Jauh di Taman Nasional Sembilang Kabupaten Banyuasin Propinsi Sumatera Selatan. Palembang : Teknik Kelautan FMIPA Universitas Sriwijaya.
- Kartikasari, A.D dan Sukojo, B.M. 2015. Analisis Persebaran Ekosistem Hutan Mangrove Menggunakan Citra Landsat-8

- Di Estuari Perancak Bali. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Kusumaningrum, T.E dan Sukojo, B.M. 2013. Analisa Kesehatan Mangrove Berdasarkan Nilai Normalized Difference Vegetation Index Menggunakan Citra ALOS AVNIR-2. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Kusumowidagdo, Mulyadi. *et al.* 2007. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Semarang: LAPAN dan UNNES.
- Landgrebe, D. 2003. Signal Theory Methods In Multispectral Remote Sensing. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Lillesand, T.M., Kiefer R.W., dan Chipman J.W. 2004. Remote Sensing and Image Interpretation. Fifth Edition. New York: John Wiley & Sons.
- Mather, P.M., 1987. Computer Processing of Remotely Sensed Images: An Introduction. John Wiley & Sons, New York: 111 hal.
- Menteri Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku Dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove. Jakarta: Kementrian Lingkungan Hidup.
- Menteri Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut. Jakarta: Kementrian Lingkungan Hidup.
- NASA. 2013. Landsat 8 Data Users Handbook,. <URL: <http://landsat.usgs.gov/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>>. Dikunjungi pada tanggal 10 Oktober 2017.
- Noor, Y.R., M. Khazali, I.N.N., dan Suryadiputra. 1999. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. Bogor: PKA-Wetland International Indonsia Program.
- Prameswari, A.A.S.R., Teguh H dan Frida S. 2015. Analisis Indeks Vegetasi Mangrove Menggunakan Citra Satelit Alos Avnir-2 (Studi Kasus: Estuari Perancak, Bali). Surabaya.
- Purwadhi, F.S.H. 2001. Interpretasi Citra Digital. PT. Jakarta: Grasindo.

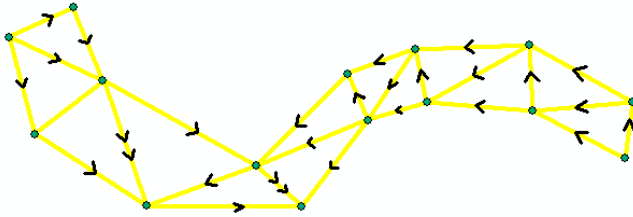
- Ratnasari, D dan Sukojo, B.M. 2017. Analisa Kondisi Ekosistem Mangrove Menggunakan Data Citra Satelit Multitemporal dan Multilevel (Studi Kasus : Pesisir Utara Surabaya). Surabaya: Departemen Teknik Geomatika, ITS.
- Ray, T.W. 1995. A FAQ on Vegetation in Remote Sensing. USA: Division of Geological and Planetary Sciences California Institute of Technology California.
- Sitanggang, G. 2010. Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan: Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM (Landsat-8). Peneliti Bidang Bangfatja. LAPAN, Berita Dirgantara Vol. 11, No. 2 Juni 2010: 47-58.
- Sudiana, D dan Elfa D. 2008. Analisis Indeks Vegetasi Menggunakan Data Satelit NOAA/AVHRR dan TERRA/AQUA-MODIS. Jakarta.
- Sugiyono. 2008. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Sulastini, D. 2011. Buku Informasi dan Potensi Mangrove Taman Nasional Alas Purwo. Banyuwangi.
- Susetiono, D. E. 2005. Krustacea dan Moluska. Delta Mahakam. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Susiana. 2011. Diversitas Dan Kerapatan Mangrove, Gastropoda Dan Bivalvia Di Estuari Perancak, Bali. Makassar: Jurusan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
- Susilo, S.B. 2000. Penginderaan Jauh Terapan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sutanto. 1986. Penginderaan Jauh, Jilid 1 dan 2. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Soeroyo. 1993. "Sumbangan Mangrove Terhadap Kesuburan Pantai di Handeuleun, Ujung Kulon, Jawa Barat". Prosiding Simposium Perikanan Indonesia 1:25-27.
- Umroh., Adi,W., dan Sari, S.P. 2015. Detection of Mangrove Distribution in Pongok Island. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Vaiphasa, C. 2006. Remote Sensing Techniques for Mangrove Mapping, International Institute for Geo-information Science & Earth Observation.
- Vermote, F, *et al.* 1997. “Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum, 6S: an overview,” IEEE Trans. Geoscience. Remote Sensing., vol. 35, no. 3, pp. 675–686, May 1997.
- WWF. 2015. 5 Manfaat Hutan Mangrove Untuk Manusia. <URL: <http://earthhour.wwf.or.id/5-manfaat-hutan-mangrove-untuk-manusia/>>. Dikunjungi pada tanggal 15 September 2017.
- [Perda] Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014 tentang Rencang tata Ruang Wilayah Kota Surabaya Tahun 2014-2034.
- [UU] Undang-Undang No. 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1. Strength of Figure (SoF)



Dimana:

Jumlah baseline : 27

Jumlah titik : 15

N_ukuran : Jumlah baseline x 3 = 81

N_parameter : Jumlah titik x 3 = 45

u : N_ukuran - N_parameter = 36

Persamaan:

1. $V_a + B_a = X_s - X_f$
2. $V_b + B_b = X_s - X_n$
3. $V_c + B_c = X_s - X_a$
4. $V_d + B_d = X_a - X_e$
5. $V_e + B_e = X_a - X_f$
6. $V_f + B_f = X_a - X_b$
7. $V_g + B_g = X_b - X_c$
8. $V_h + B_h = X_b - X_e$
9. $V_i + B_i = X_e - X_c$
10. $V_j + B_j = X_e - X_d$
11. $V_k + B_k = X_d - X_c$

12. $V_l+B_l = X_f - X_e$
13. $V_m+B_m = X_f - X_g$
14. $V_n+B_n = X_f - X_n$
15. $V_o+B_o = X_g - X_h$
16. $V_p+B_p = X_g - X_n$
17. $V_q+B_q = X_n - X_h$
18. $V_r+B_r = X_n - X_m$
19. $V_s+B_s = X_h - X_i$
20. $V_t+B_t = X_h - X_m$
21. $V_u+B_u = X_m - X_i$
22. $V_v+B_v = X_m - X_l$
23. $V_w+B_w = X_i - X_j$
24. $V_x+B_x = X_i - X_l$
25. $V_y+B_y = X_l - X_j$
26. $V_z+B_z = X_l - X_k$
27. $V_{zz}+B_{zz} = X_j - X_k$

Dari persamaan diatas didapatkan persamaan sebagai berikut:

1. $V_a = X_s - X_f - B_a$
2. $V_b = X_s - X_n - B_b$
3. $V_c = X_s - X_a - B_c$
4. $V_d = X_a - X_e - B_d$
5. $V_e = X_a - X_f - B_e$
6. $V_f = X_a - X_b - B_f$
7. $V_g = X_b - X_c - B_g$
8. $V_h = X_b - X_e - B_h$
9. $V_i = X_e - X_c - B_i$
10. $V_j = X_e - X_d - B_j$
11. $V_k = X_d - X_c - B_k$
12. $V_l = X_f - X_e - B_l$
13. $V_m = X_f - X_g - B_m$
14. $V_n = X_f - X_n - B_n$

15. $V_o = X_g - X_h - B_o$
16. $V_p = X_g - X_n - B_p$
17. $V_q = X_n - X_h - B_q$
18. $V_r = X_n - X_m - B_r$
19. $V_s = X_h - X_i - B_s$
20. $V_t = X_h - X_m - B_t$
21. $V_u = X_m - X_i - B_u$
22. $V_v = X_m - X_l - B_v$
23. $V_w = X_i - X_j - B_w$
24. $V_x = X_i - X_l - B_x$
25. $V_y = X_l - X_j - B_y$
26. $V_z = X_l - X_k - B_z$
27. $V_{zz} = X_j - X_k - B_{zz}$

Sehingga dari persamaan diatas, didapatkan matriks desain (A) sebagai berikut ini:

A =

```
[0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 1;
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 1;
 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1;
 -1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
 0 0 0 0 -1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
 1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
 1 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
 0 1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
 0 1 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
 0 0 1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
 0 0 1 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
 0 0 0 1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
 0 0 0 0 0 1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0;
 0 0 0 0 0 0 1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0;
 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 -1 0 0;
 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 1 0 0;
```

```

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 1 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 1 -1 0 0 0 0 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 -1 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 1 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 1 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 -1 0 0 0 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 -1 0 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 1 0 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 1 0 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 -1 0 0 0 0]

```

Sehingga hasil perhitungan SoF adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{SoF} &= [\text{Trace } (A^T A)^{-1}] / U \\
 &= 0,230.
 \end{aligned}$$

Lampiran 2. Peta Kerapatan Mangrove Berdasarkan Algoritma Indeks Vegetasi

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 3. Metadata Citra Landsat 8

```
GROUP = L1_METADATA_FILE
  GROUP = METADATA_FILE_INFO
    ORIGIN = "Image courtesy of the U.S.
Geological Survey"
    REQUEST_ID = "0501803209434_00017"
    LANDSAT_SCENE_ID =
"LC81180652018079LGN00"
    LANDSAT_PRODUCT_ID =
"LC08_L1TP_118065_20180320_20180320_01_RT"
    COLLECTION_NUMBER = 01
    FILE_DATE = 2018-03-20T06:34:54Z
    STATION_ID = "LGN"
    PROCESSING_SOFTWARE_VERSION =
"LPGS_13.0.0"
  END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
GROUP = PRODUCT_METADATA
  DATA_TYPE = "L1TP"
  COLLECTION_CATEGORY = "RT"
  ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
  OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
  SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
  SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
  WRS_PATH = 118
  WRS_ROW = 65
  NADIR_OFFNADIR = "NADIR"
  TARGET_WRS_PATH = 118
  TARGET_WRS_ROW = 65
  DATE_ACQUIRED = 2018-03-20
  SCENE_CENTER_TIME = "02:35:17.9971520Z"
  CORNER_UL_LAT_PRODUCT = -6.18428
  CORNER_UL_LON_PRODUCT = 112.09365
  CORNER_UR_LAT_PRODUCT = -6.17602
  CORNER_UR_LON_PRODUCT = 114.15841
  CORNER_LL_LAT_PRODUCT = -8.29248
```

```

CORNER_LL_LON_PRODUCT = 112.09874
CORNER_LR_LAT_PRODUCT = -8.28138
CORNER_LR_LON_PRODUCT = 114.17309
CORNER_UL_PROJECTION_X_PRODUCT =
621000.000
CORNER_UL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -
683700.000
CORNER_UR_PROJECTION_X_PRODUCT =
849600.000
CORNER_UR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -
683700.000
CORNER_LL_PROJECTION_X_PRODUCT =
621000.000
CORNER_LL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -
916800.000
CORNER_LR_PROJECTION_X_PRODUCT =
849600.000
CORNER_LR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -
916800.000
PANCHROMATIC_LINES = 15541
PANCHROMATIC_SAMPLES = 15241
REFLECTIVE_LINES = 7771
REFLECTIVE_SAMPLES = 7621
THERMAL_LINES = 7771
THERMAL_SAMPLES = 7621
FILE_NAME_BAND_1 =
"LC08_L1TP_118065_20180320_20180320_01_RT_B1
.TIF"
FILE_NAME_BAND_2 =
"LC08_L1TP_118065_20180320_20180320_01_RT_B2
.TIF"
FILE_NAME_BAND_3 =
"LC08_L1TP_118065_20180320_20180320_01_RT_B3
.TIF"

```

```
FILE_NAME_BAND_4 =  
"LC08_L1TP_118065_20180320_20180320_01_RT_B4  
.TIF"  
FILE_NAME_BAND_5 =  
"LC08_L1TP_118065_20180320_20180320_01_RT_B5  
.TIF"  
FILE_NAME_BAND_6 =  
"LC08_L1TP_118065_20180320_20180320_01_RT_B6  
.TIF"  
FILE_NAME_BAND_7 =  
"LC08_L1TP_118065_20180320_20180320_01_RT_B7  
.TIF"  
FILE_NAME_BAND_8 =  
"LC08_L1TP_118065_20180320_20180320_01_RT_B8  
.TIF"  
FILE_NAME_BAND_9 =  
"LC08_L1TP_118065_20180320_20180320_01_RT_B9  
.TIF"  
FILE_NAME_BAND_10 =  
"LC08_L1TP_118065_20180320_20180320_01_RT_B1  
0.TIF"  
FILE_NAME_BAND_11 =  
"LC08_L1TP_118065_20180320_20180320_01_RT_B1  
1.TIF"  
FILE_NAME_BAND_QUALITY =  
"LC08_L1TP_118065_20180320_20180320_01_RT_BQ  
A.TIF"  
ANGLE_COEFFICIENT_FILE_NAME =  
"LC08_L1TP_118065_20180320_20180320_01_RT_AN  
G.txt"  
METADATA_FILE_NAME =  
"LC08_L1TP_118065_20180320_20180320_01_RT_MT  
L.txt"  
CPF_NAME =  
"LC08CPF_20180101_20180331_01.02"
```

```

      BPF_NAME_OLI =
"LO8BPF20180320021157_20180320025612.01"
      BPF_NAME_TIRS =
"LT8BPF20180316101045_20180316102421.01"
      RLUT_FILE_NAME =
"LC08RLUT_20150303_20431231_01_12.h5"
      END_GROUP = PRODUCT_METADATA
      GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
      CLOUD_COVER = 21.26
      CLOUD_COVER_LAND = 24.32
      IMAGE_QUALITY_OLI = 9
      IMAGE_QUALITY_TIRS = 7
      TIRS_SSM_MODEL = "PRELIMINARY"
      TIRS_SSM_POSITION_STATUS = "ESTIMATED"
      TIRS_STRAY_LIGHT_CORRECTION_SOURCE =
"TIRS"
      ROLL_ANGLE = -0.001
      SUN_AZIMUTH = 78.10074073
      SUN_ELEVATION = 59.33155049
      EARTH_SUN_DISTANCE = 0.9957967
      SATURATION_BAND_1 = "N"
      SATURATION_BAND_2 = "N"
      SATURATION_BAND_3 = "N"
      SATURATION_BAND_4 = "N"
      SATURATION_BAND_5 = "N"
      SATURATION_BAND_6 = "Y"
      SATURATION_BAND_7 = "Y"
      SATURATION_BAND_8 = "N"
      SATURATION_BAND_9 = "N"
      GROUND_CONTROL_POINTS_VERSION = 4
      GROUND_CONTROL_POINTS_MODEL = 186
      GEOMETRIC_RMSE_MODEL = 8.920
      GEOMETRIC_RMSE_MODEL_Y = 6.416
      GEOMETRIC_RMSE_MODEL_X = 6.197
      TRUNCATION_OLI = "UPPER"
      END_GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES

```

GROUP = MIN_MAX_RADIANCE

RADIANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 766.49274
 RADIANCE_MINIMUM_BAND_1 = -63.29722
 RADIANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 784.89789
 RADIANCE_MINIMUM_BAND_2 = -64.81712
 RADIANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 723.27673
 RADIANCE_MINIMUM_BAND_3 = -59.72842
 RADIANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 609.90765
 RADIANCE_MINIMUM_BAND_4 = -50.36637
 RADIANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 373.23306
 RADIANCE_MINIMUM_BAND_5 = -30.82171
 RADIANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 92.81967
 RADIANCE_MINIMUM_BAND_6 = -7.66508
 RADIANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 31.28520
 RADIANCE_MINIMUM_BAND_7 = -2.58354
 RADIANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 690.24762
 RADIANCE_MINIMUM_BAND_8 = -57.00087
 RADIANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 145.86795
 RADIANCE_MINIMUM_BAND_9 = -12.04582
 RADIANCE_MAXIMUM_BAND_10 = 22.00180
 RADIANCE_MINIMUM_BAND_10 = 0.10033
 RADIANCE_MAXIMUM_BAND_11 = 22.00180
 RADIANCE_MINIMUM_BAND_11 = 0.10033

END_GROUP = MIN_MAX_RADIANCE

GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE

REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 1.210700
 REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_1 = -0.099980
 REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 1.210700
 REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_2 = -0.099980
 REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 1.210700
 REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_3 = -0.099980
 REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 1.210700
 REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_4 = -0.099980
 REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 1.210700
 REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_5 = -0.099980
 REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 1.210700

```

REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_6 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_7 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_8 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_9 = -0.099980
END_GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_1 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_1 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_2 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_2 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_3 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_3 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_4 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_4 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_5 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_5 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_7 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_7 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_8 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_8 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_9 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_9 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_10 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_10 = 1
  QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_11 = 65535
  QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_11 = 1
END_GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
  RADIANCE_MULT_BAND_1 = 1.2662E-02
  RADIANCE_MULT_BAND_2 = 1.2966E-02
  RADIANCE_MULT_BAND_3 = 1.1948E-02

```



```
RADIANCE_MULT_BAND_4 = 1.0075E-02
RADIANCE_MULT_BAND_5 = 6.1656E-03
RADIANCE_MULT_BAND_6 = 1.5333E-03
RADIANCE_MULT_BAND_7 = 5.1681E-04
RADIANCE_MULT_BAND_8 = 1.1402E-02
RADIANCE_MULT_BAND_9 = 2.4096E-03
RADIANCE_MULT_BAND_10 = 3.3420E-04
RADIANCE_MULT_BAND_11 = 3.3420E-04
RADIANCE_ADD_BAND_1 = -63.30988
RADIANCE_ADD_BAND_2 = -64.83009
RADIANCE_ADD_BAND_3 = -59.74037
RADIANCE_ADD_BAND_4 = -50.37645
RADIANCE_ADD_BAND_5 = -30.82787
RADIANCE_ADD_BAND_6 = -7.66661
RADIANCE_ADD_BAND_7 = -2.58406
RADIANCE_ADD_BAND_8 = -57.01228
RADIANCE_ADD_BAND_9 = -12.04823
RADIANCE_ADD_BAND_10 = 0.10000
RADIANCE_ADD_BAND_11 = 0.10000
REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_6 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.100000
```

```
REFLECTANCE_ADD_BAND_9 = -0.100000
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
  K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.8853
  K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.0789
  K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.8883
  K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.1442
END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
  MAP_PROJECTION = "UTM"
  DATUM = "WGS84"
  ELLIPSOID = "WGS84"
  UTM_ZONE = 49
  GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
  GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
  GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
  ORIENTATION = "NORTH_UP"
  RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE
END
```

BIODATA PENULIS



Yurike Nisa Arindi, anak pertama dari dua bersaudara. Lahir di Banyuwangi pada tanggal 10 Agustus 1995. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Aisyiah 1 Banyuwangi, SD Muhammadiyah 1 Banyuwangi, SMP N 1 Banyuwangi, SMA N 1 Glagah. Setelah lulus SMA, penulis melanjutkan kuliah S-1 dengan mengikuti program SNMPTN dan diterima di Departemen Teknik Geomatika-FTSLK ITS Surabaya pada tahun 2014. Penulis terdaftar dengan NRP 03311440000002. Di Departemen Teknik Geomatika, penulis memilih fokus penelitian Penginderaan Jauh, Bidang Studi Geospasial. Penulis telah melakukan Kerja Praktik di Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) Deputy Bidang Penginderaan Jauh. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif berorganisasi di HIMAGE-ITS 2015/2016 yakni menjadi staf ahli Departemen Keprofesian dan Keilmiahan. Penulis menyelesaikan program sarjana di ITS dengan Tugas Akhir berjudul “Analisis Perubahan Kerapatan Ekosistem Mangrove Menggunakan Algoritma Indeks Vegetasi NDVI dan SAVI Citra Satelit Multitemporal (Studi Kasus: Pesisir Utara Surabaya)”.